

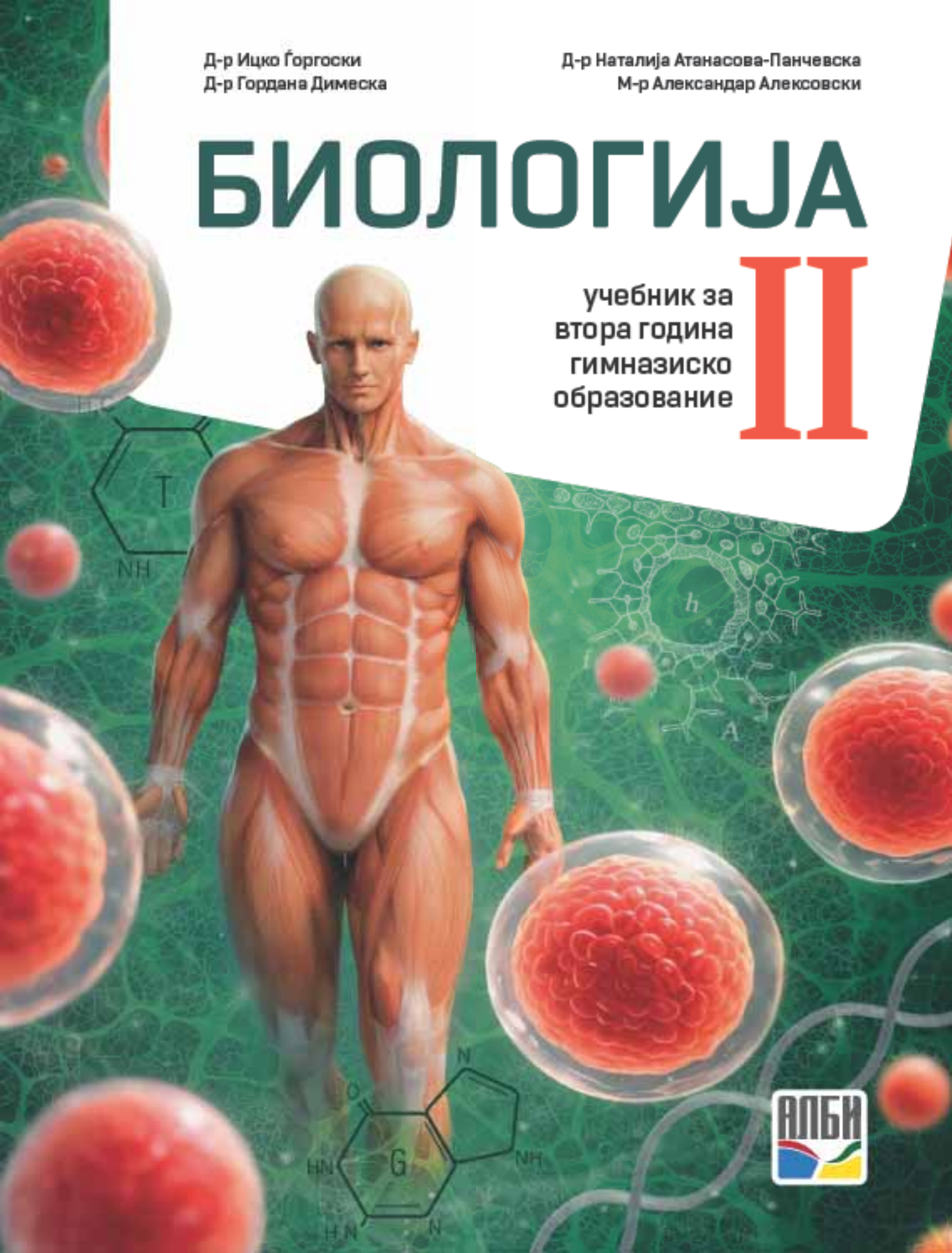
Д-р Ицко Ѓорѓоски
Д-р Гордана Димеска

Д-р Наталија Атанасова-Панчевска
М-р Александар Алексовски

БИОЛОГИЈА

учебник за
втора година
гимназиско
образование

II



БИОЛОГИЈА

II

учебник за втора година
гимназиско образование

Д-р Ицко Ѓорѓоски

Д-р Гордана Димеска

Д-р Наталија Атанасова-Панчевска

М-р Александар Алексовски



Скопје, 2026
(Прво издание)

БИОЛОГИЈА II учебник за втора година гимназиско образование*Прво издание, 2026*

Авторски права © 2026, Алби ДОО

Издава	Алби ДОО, Скопје 2026
Автори	Д-р Ицко Ѓорѓоски Д-р Гордана Димеска Д-р Наталија Атанасова-Панчевска М-р Александар Алексоски
Уредник	М-р Дафина Клековска
Лектор	Валентина Бачваровска
Дизајн и графичко уредување	Младен Јакимовски
Печати	Интерграфика унион ДООЕЛ, Скопје 2026
Тираж	4 000

Сите права се задржани. Ниту еден дел од оваа книга не смее да биде препечатан или пренесен во каква било форма или со какви било средства, електронски или механички, вклучувајќи и фотокопирање, документирање или да биде зачуван во систем за повторно пронаоѓање без писмена согласност од издавачот.

Овој учебник е одобрен за употреба во гимназиско образование со Одлука за одобрување и употреба на учебник по наставниот предмет Биологија за II година гимназиско образование, бр. 26-634/1 од 20.05.2026, издадено од Министерството за образование и наука на РС Македонија.

Рецензентска комисија: проф. д-р Валентина Славевска Стаменковиќ, проф. д-р Шевал Мемиси,
м-р Нетка Димоска

CIP - Каталогизација во публикација

Национална и универзитетска библиотека „Св. Климент Охридски“, Скопје

373.5.016:57(075.3)=163.3

БИОЛОГИЈА II : учебник за втора година гимназиско образование / [Ицко Ѓорѓоски ... и др.]. - Скопје : Алби, 2026. - 294 стр. : илустр. ; 27 см

Други автори: Гордана Димеска, Наталија Атанасова-Панчевска, Александар Алексоски

ISBN 978-608-241-076-0

1. Ѓорѓоски, Ицко [автор] 2. Димеска, Гордана [автор] 3. Атанасова-Панчевска, Наталија [автор] 4. Алексоски, Александар [автор]

COBISS.MK-ID 69124101

ПРЕДГОВОР

Учебникот по биологија претставува современ учебник, уредно адаптиран, следејќи ги целите на наставната програма за втора година гимназиско образование и конципиран според предвидените образовни стандарди за предметот биологија.

Секоја лекција започнува со прашања што имаат цел да те потсетат на претходното знаење на кое ќе се надоврзе новото. Лекциите имаат структуриран аналитички пристап кон предвидените содржини, со јасен, прецизен и разбирлив текст. Стручната терминологија се воведува постапно со јасно означување на поимите. Вклучени се и разни активности за индивидуална работа, работа во парови или во групи за продлабочување на предвидените содржини, напоредно развивајќи ги вештините за критичко размислување, презентирање и дискусија.

Секоја лекција е надополнета и со интересни и фасцинантни информации поврзани со предвидените теми и примената во секојдневнието содржани во деловите „Интересна биологија“.

На крајот од секоја тема е дадено резиме со клучни точки од предвидените содржини, како и прашања за повторување кои може да се искористат за процена на разбирањето на сето она што било опфатено и предвидено во секоја од темите. Учебникот е дополнет со терминолошки речник со краток, јасен и прецизен опис на предвидените научни поими.

Се надеваме дека учебникот ќе ти помогне да се стекнеш со неопходните знаења, компетенции и вештини потребни за натамошно изучување на биологијата, но и дека овие знаења ќе ги користиш во секојдневниот живот.

СОДРЖИНА

ТЕМА 1: МЕТОДИ ВО БИОЛОШКОТО ИСТРАЖУВАЊЕ

1.1 Структура на научниот метод	8	1.5 Научна презентација	25
1.2 Лабораториски прибор, апарати и техники	13	1.6 Етика и безбедност во биолошкото истражување	28
1.3 Микроскоп и микроскопирање	17	РЕЗИМЕ НА ТЕМА	31
1.4 Собирање и обработка на податоци	22	Прашања за повторување на Тема 1	32

ТЕМА 2: ОРГАНСКИ СИСТЕМИ КАЈ ЧОВЕКОТ

2.1 Организација на живите организми и хомеостаза	36	2.16 Градба и функција на делови од мускулен систем	109
2.2 Состав и важност на храната	43	2.17 Одржување на здравјето на локомоторниот систем	113
2.3 Градба и функција на органите за дигестија	48	2.18 Размножување кај човекот – Машки репродуктивен систем	118
2.4 Дигестија и апсорпција на храна	53	2.19 Женски репродуктивен систем и менструален циклус	122
2.5 Состав на крвта и лимфата	59	2.20 Оплодување, бременост и ембрионален развој	126
2.6 Градба и функција на срцето и крвните садови	64	2.21 Одржување на здравјето на репродуктивниот систем	130
2.7 Мал и голем крвоток и лимфоток	68	2.22 Градба и функција на нервниот систем	135
2.8 Имуитет и одржување на здравјето на кардиоваскуларниот систем	71	2.23 Централен нервен систем	141
2.9 Градба и функција на органите на респираторниот систем	76	2.24 Сетилен (сензорен) систем	148
2.10 Белодробна вентилација и размена на гасови	81	2.25 Одржување на здравјето на нервниот и сетилниот систем	154
2.11 Нарушувања на респираторниот систем и превентивни мерки за неговото здравје	84	2.26 Ендокрин систем	157
2.12 Градба и функција на органите на екскреторниот систем	88	2.27 Други ендокрини жлезди и нивните хормони	162
2.13 Функции на бубрезите и на кожата	92	2.28 Поврзаноста на нервниот и ендокриниот систем	168
2.14 Одржување на здравјето на екскреторниот систем	98	РЕЗИМЕ НА ТЕМА	172
2.15 Градба и функција на деловите од локомоторниот систем	103	Прашања за повторување на Тема 2	176

ТЕМА 3: ХИСТОЛОГИЈА И МОРФОЛОГИЈА НА РАСТЕНИЈАТА

3.1 Мериستمско ткиво	180	3.8 Морфологија и модификации на лист	214
3.2 Трајни растителни ткива. Покривно ткиво	184	3.9 Цвет. Опрашување и оплодување	220
3.3 Паренхимско ткиво	190	3.10 Семе и плод. Размножување кај растенијата	227
3.4 Механичко ткиво	194	3.11 Адаптаци на растенијата кон животната средина	233
3.5 Спроводно ткиво	198	РЕЗИМЕ НА ТЕМА	238
3.6 Растителни органи. Морфологија и модификации на корен	203	Прашања за повторување на Тема 3	240
3.7 Морфологија и модификации на стебло	209		

ТЕМА 4: БИОТЕХНОЛОГИЈА И ГЕНЕТСКИ ИНЖЕНЕРИНГ

4.1 Применета биологија и генетски инженеринг	244	4.8 Производство на антибиотици, ензими, хормони и вакцини	265
4.2 Синтетичка биологија и CRISPR-технологија	247	4.9 Форензичка биологија и ДНК-анализа	269
4.3 Биотехнологија во енергетската индустрија	249	4.10 Биоинформатика и биобезбедност	273
4.4 Биотехнологија во индустријата	252	4.11 Биотехнологија во медицината	276
4.5 Растителна биотехнологија – Култура на растителни ткива	256	4.12 Современи биотехнолошки технологии: клонирање, ДНК- дијагностика, генетска терапија и биофармација	280
4.6 Растителна биотехнологија – Микроразмножување и клонирање кај растенијата	259	РЕЗИМЕ НА ТЕМА	284
4.7 Производство на ферментирани прехранбени производи	262	Прашања за повторување на Тема 4	285

ТЕРМИНОЛОШКИ РЕЧНИК	287
----------------------------------	-----

КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА	293
-----------------------------------	-----

ТЕМА 1

МЕТОДИ ВО БИОЛОШКОТО ИСТРАЖУВАЊЕ

- ▶ Етапи и методи во биолошките истражувања
- ▶ Биолошки прибор, апарати и техники
- ▶ Собирање, обработка на податоци и презентирање на резултати
- ▶ Етика и безбедност во биолошкото истражување



Во оваа тема ќе научиш:

- да објаснуваш етапи на научниот метод и да разликуваш независна и зависна променлива во експеримент;
- да препознаваш и применуваш основен биолошки прибор и техники (микроскопирање, подготовка на препарати, мерење, едноставни лабораториски постапки);
- да организираш и претставуваш податоци од истражување во табела, график или дијаграм и да извлекуваш заклучоци;
- да применуваш основни правила за етичко и безбедно работење во лабораторија и да предлагаш мерки за заштита.

Воедно, ќе развиваш свесност за:

- одговорно и етичко однесување во научното истражување преку почитување на правилата за безбедност и примената на 3P-принципите (замени, намали, подобри).



1.1 Структура на научниот метод

Потсети се!

- Што значи поимот „експеримент“? Зошто воопшто се прави експеримент?
- Која е разликата меѓу набљудување и експеримент?
- Обиди се да објасниш како тече едно научно истражување.

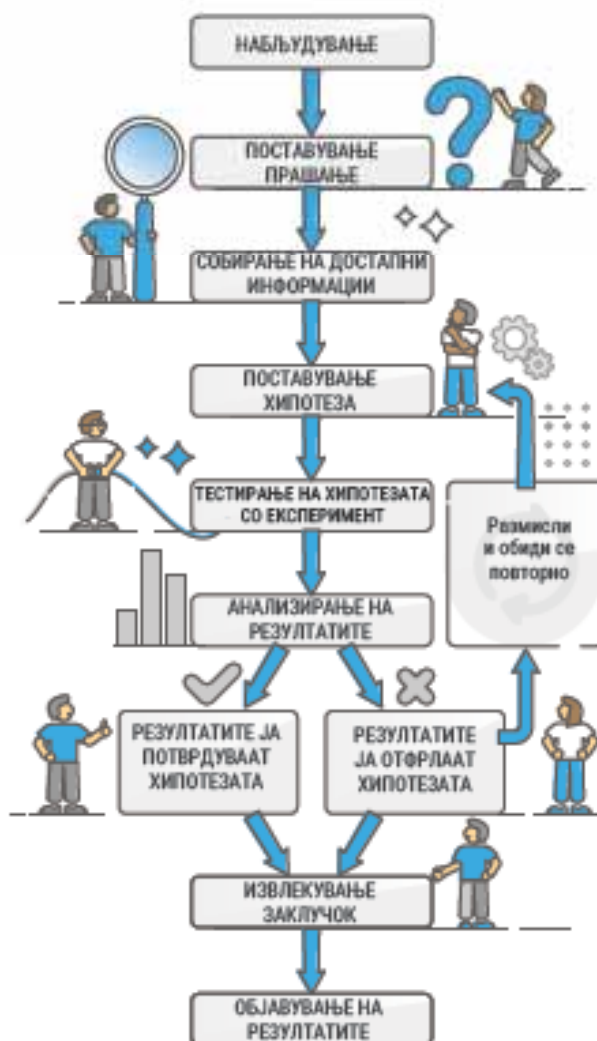
Биологијата е динамична наука во процес на постојано откривање нови нешта. За да ги претворат љубопитноста и набљудувањето во веродостојно знаење, биолозите се потпираат на научниот метод. **Научниот метод** претставува јасно дефиниран, логичен и систематизиран пристап што им овозможува на научниците објективно да ги решаваат проблемите и да ги тестираат своите идеи. Преку него се тестира секоја претпоставка со цел да се елиминираат субјективните мислења и да се дојде до прецизни одговори за тоа како функционира природниот свет. Научниот метод може да се смета како „алатка“ што ја претвора љубопитноста во научна вистина.

Целта на научниот метод е да се откријат причинско-последичните врски преку поставување прашања, внимателно собирање и испитување на доказите, и на крај, поврзување на сите добиени информации во логичен одговор.

Научниот метод не е секогаш права линија, но најчесто ги следи овие клучни чекори:

1. **Набљудување:** Сè започнува со забележување на некоја појава во природата (на пример: „Овие растенија во сенка растат побавно од оние на сонце“).
2. **Поставување прашање:** Врз основа на набљудувањето се поставува прашање околу некоја појава, процес или предмет на набљудувањето. Прашањата можат да бидат од различен аспект, како на пример: кој, како, кога, каде, кое, што, зошто, дали и сл. (на пример: „Како интензитетот на светлината влијае врз растот на растенијата?“).

Многу е важно да се постави добро прашање, што ќе ја иницира/ поттикне идејата за истражување. Без добро дефинирано прашање следните чекори можат да бидат многу тешки, дури и невозможни.



Шематски приказ на чекорите на научниот метод

3. **Собирање на достапни информации:** Корисно е истражувањето да се темели на некои претходни сознанија за таа тема, добиени со познати и разработени средства, објавени во електронска форма и печатени извори. Добра идеја е и консултација со експерти. Тие можат да помогнат во планирањето на експериментите, математичките пресметки и средствата што ќе бидат потребни.
4. **Поставување хипотеза:** Хипотезата е претпоставка што може да се тестира. Таа е обид да се одговори поставеното прашање преку објаснување што може да се испита со експериментирање и да се измери. При поставувањето на хипотезата може да се користи следната формула:



Преку специјализираните интернет-пребарувачи лесно се пристапува до научни списанија, статии и научни трудови од други научници

„Ако _____, тогаш ќе се случи _____“
[се менува само] [оста]

5. **Тестирање на хипотезата со експериментирање:** Овој чекор подразбира планирање и изведување на тест што ќе разјасни дали хипотезата е точна или не. Експериментот мора да биде правилно изведен во контролирани услови. Притоа, за да експериментот биде веродостоен, треба да се внимава да се менува само еден фактор, а сите други фактори треба да бидат контролирани и непроменливи.
- Експериментот треба да се повтори неколку пати за да се потврдат добиените резултати, бидејќи резултатот од само еден обид може да се сведе на случајност. Исто така, спроведениот експеримент со опишаните услови треба да може да се спроведе каде било во светот и притоа да се потврди добиениот резултат.
6. **Анализа на податоците:** Резултатите добиени од експериментот потребно е да се организираат во табели и графикони и соодветно да се обработат.
7. **Извлекување заклучоци:** Организираните резултати се анализираат од најразлични аспекти и се извлекуваат заклучоци. Притоа може да се дојде до заклучок дека резултатот од експериментот ја поддржува или не ја поддржува поставената хипотеза. Отфрлена хипотеза не значи залудно загубено време. Напротив, научникот, користејќи ги сознанијата добиени од експериментот може да постави нова хипотеза, но сега поткрепена со предзнаењата од веќе изведениот експеримент.
8. **Објавување на резултатите:** Резултатите без разлика дали ја поддржуваат хипотезата или не се важни за научниот свет. Научниците ги објавуваат резултатите во научни списанија или ги презентираат на научни конференции.

СПРОВЕДУВАЊЕ НА НАУЧНИОТ МЕТОД НИЗ ЕТАПИ

Откако е поставено првичното прашање и се направени дополнителни истражувања околу проблемот за кој се бара одговор, треба да се формулира предвидување или пробен одговор на прашањето. Овој пробен одговор што може да се тестира се нарекува хипотеза.

Хипотезата треба да ја дефинира причинско-последичната релација: „Ако – тогаш“. Таа треба да може да се тестира експериментално при што се набљудува како промената на еден фактор предизвикува промена на друг фактор, но оваа зависност мора да е повторлива (постојана).

Во текот на експериментирањето, секоја особина или состојба што може да постои во различни количини или форми се означува како **променлива величина**.

Независна променлива е оној фактор кој истражувачот намерно го менува за време на експериментот за да открие какво влијание има врз истражуваната појава. Во еден експеримент треба да има само една таква (независна) променлива. Доколку се менуваат повеќе фактори, може да настане проблем па да не може точно да се дефинира кој фактор какво влијание има.

Зависната променлива е факторот што се мери и се менува под влијание на независната променлива. Доколку постои зависност помеѓу независната и зависната променлива, тогаш станува збор за откривање на причинско-последична врска.

Контролирани променливи (се означуваат и како „константни променливи“) се сите фактори кои не се во интерес на истражувањето и не смеат да се менуваат, односно во текот на експериментот се одржуваат константни. Тоа се прави со цел да се тестира какво влијание има едната променлива што се менува (независната променлива) врз зависната променливата (онаа што се набљудува и мери).

Табела: Примери на научни прашања со променливи (независни, зависни и контролирани)

Прашање	Независна променлива (Што менувам?)	Зависна променлива (Што набљудувам?)	Контролирани променливи (Што одржувам константно?)
Дали топлината на околината ја забрзува фотосинтезата?	Температура на водата во која живее растението изразена во °C	Количество на кислород (продукт на фотосинтеза) изразено во mL (или број меурчиња во определено време)	Исто количество светлина, ист состав и волумен на вода, ист стаклен сад, исто растение
Дали количеството на вештачко ѓубриво влијае врз растот на растенијата?	Количество на течено вештачко ѓубриво изразено во mL	Висина на растението изразена во cm Биомаса изразена во g	Исто вештачко ѓубриво, ист вид растенија, ист вид почва, иста количина вода за наводнување, иста периодичност на наводнување, исто количество на светлина, исти саксии
Дали времето потрошено за учење доведува до подобри резултати на тестовите?	Време поминато во учење изразено во min	Резултати од тестовите	Ист период во денот кога се учи, иста температура на училницата, исто осветлување во училницата и сл.

Променливите се изразуваат во величини и се мерат во соодветни мерни единици. **Мерењето** е процес на одредување на квантитативната вредност (големината) на некоја појава или предмет (променлива) со помош на стандардизирани инструменти и единици мерки. Можат да се мерат масата, волуменот, топлината, димензиите, бројноста и слично. Тоа се величини што се лесно мерливи и нема сомнеж во релевантноста. Сосема е различно ако една од променливите има субјективна природа, како на пример „другарство“, за кое нема начин да се измери.

За недвосмислено да ја потврдиме или докажеме зависноста на една променлива од друга во **експерименталната група**, треба да има и **контролна група**. Таа опфаќа „испитаници“ кои остануваат во природни услови и не се под влијание на независната променлива. Контролната група служи за споредба на крајните резултати.

На пример, ако се тестира какво е влијанието на вештачкото ѓубриво врз растот на растенијата, во експерименталната група ќе имаме растенија на кои ќе им се додава вештачко ѓубриво, а во контролната група ќе бидат растенија кои нема да добиваат вештачко ѓубриво. Ова се прави со цел да се увиди дали токму ѓубривото го менува растот на растенијата или некој друг фактор го диктира тоа.

Кај некои експерименти каде што се прават повеќе промени на независната променлива, се забележува и разлика во промената на зависната променлива. Пример, ако постојат неколку експериментални групи растенија на кои им се додава различно количество вештачко ѓубриво, постои видлива разлика во растот на растенијата од различните групи. Во такви случаи може и да нема потреба од контролна група и доволно би било да се споредат разликите меѓу различните експериментални групи.

Откако ќе се соберат сите податоци од експериментот се преминува кон анализа на добиените податоци. Добиените резултати се прикажуваат во табели, со разни видови графици или како е најсоодветно и најпрегледно. Особено се внимава на мерните единици. Добиените сознанија се поврзуваат во логични целини врз база на критичкото размислување.

На крајот на истражувањето се извлекуваат заклучоци кои или ќе ја потврдат хипотезата или ќе ја отфрлат. Заклучоците треба да се кратки и јасни и во себе да ги сумираат фактите од истражувањето за да ја објаснат врската меѓу независната и зависната променлива. Секако можат да се споменат и сознанијата од дополнителните истражувања како потврда на добиениот заклучок.

Табела: Пример за научен метод на конкретен проблем

Чекор	Пример
Поставување прашање	Дали додавањето на течено ѓубриво ќе го забрза растот на сончогледот?
Хипотеза	Ако додаваме по 10 mL ѓубриво неделно, тогаш сончогледот ќе порасне повеќе во висина отколку оној без ѓубриво.
Експеримент	Имаме две групи растенија: • експериментална (група што добива ѓубриво и вода) • контролна (група што добива само вода).
Променливи	Независна: присуство на ѓубриво Зависна: висина на растението Контролирани: количина на вода и период на наводнување, интензитет на светлина, состав на почва, амбиентални услови и сл.
Мерење	Секој петок ја мериме висината на сите растенија со линијар и ја запишуваме во cm.
Анализа на резултати	По 4 недели, растенијата со ѓубриво пораснале просечно 15 cm, а растенијата од контролната група 10 cm.
Заклучок	Резултатите ја потврдуваат хипотезата. Ѓубривото позитивно влијае на растот.

Заклучокот може да вклучува и проценка на експерименталната постапка како и ефикасноста и успешноста на експерименталниот дел. Пожелно е да се даде предлог за некои промени во постапката или предлог за некои идни истражувања.

Доколку резултатите не се поклопуваат со хипотезата, не смее да се направат измени на резултатите и да се „лажираат“ за да бидат соодветни на хипотезата. Во тој случај, истражувачот може да ги користи добиените резултати за да конструира нова хипотеза и да направи ново истражување. Дури и резултатот што покажува дека нема поклопување со дадената хипотеза е откритие кое води до поставување нова хипотеза и ново истражување.

Активност

1. Осмислување на научен метод

Поставена е цел да се утврди како промената на температурата на средината влијае врз дишењето кај луѓето. Направи кратка разработка на секоја од етапите на научниот метод за овој научен проблем. Користи ја табелата „Пример за научен метод на конкретен проблем“. Со поставување на рамката и етапите на научниот метод ќе можеш да поставиш научно прашање, да формираш хипотеза и да одредиш променливи (независна и зависна). Оттука, се разјаснува формата на замислениот експеримент кој ќе се спроведе и потребните мерења. Со анализа на резултатите се дава заклучок.

Обиди се и со други идеи за истражување, користејќи го овој формат.

2. Истражување

Истражи ја интернет-страница [GoogleScholar.com](https://scholar.google.com). За која етапа од научниот метод може да се користи оваа интернет-страница? Побарај на страницата податок за некој процес или случување во природата, независно дали е од сферата на биологијата или можеби нешто што те интересира. Анализирај ја формата во која добиваш информации.

[GoogleScholar](https://scholar.google.com) е една од многуте интернет страници кои овозможуваат достапност до научни материјали и сознанија од различна природа. Притоа, документите имаат определена форма, со имиња на автори и извори на информации кои тие автори ги користеле при нивните истражувања.

Прашања за повторување

1. Објасни што претставува научен метод.
2. Зошто е препорачливо претходно истражување за проблемот и прашањето?
3. Како се гради хипотеза и зошто е важно во неа јасно да се дефинираат независна, зависна и контролирани променливи?
4. Зошто е потребна контролна група?
5. Какво е значењето на резултатите кои не ја потврдуваат хипотезата?

Интересна биологија

- Во научниот метод, отфрлањето на хипотезата е подеднакво вредно како и нејзиното потврдување. Негативните или неочекуваните резултати често откриваат нови прашања, ја подобруваат методологијата и водат кон подлабоко разбирање на природните процеси. Всушност, многу научни откритија започнале токму од експерименти што „не успеале“, но биле правилно анализирани и критички протолкувани.
- Ваков пример во научната историја е хипотезата дека материите за растот на растението доаѓаат од почвата. Подоцна се открива дека јаглерод диоксидот од воздухот и водата од почвата го создаваат најголемиот дел од биомасата.
- Понекогаш и „случајна грешка“ води до големи откритија. Така, Александар Флеминг го открил пеницилинот во 1928 година кога забележал дека мувла случајно го контаминирала Петриевиот сад на кој одгледувал бактерии. Иако експериментот не одел според планот, токму набљудувањето и критичкото размислување овозможиле случајноста да се претвори во научно откритие.

1.2 Лабораториски прибор, апарати и техники

Потсети се!

- Наброј колку можеш повеќе предмети кои се дел од лабораторискиот прибор.
- Наброј и некои апарати за кои знаеш дека се дел од лабораторискиот инвентар.

За изведување успешни експерименти во биологијата се користи соодветен лабораториски прибор, апарати, методи и техники кои се карактеристични за природните науки. Нивното користење е во согласност со истражувањата и приспособено на потребите на експериментот.

Лабораторискиот прибор најчесто е изработен од стакло отпорно на висока температура и на хемикалии. Но, има и пластичен прибор (епрувети, садови за примероци, пипети за една употреба), метален (шпатули) и керамички прибор (аван и толчник). Најголем дел од приборот го има во повеќе големини со цел да се искористи практично во работата.



Лабораториски прибор во биолошка лабораторија (описот е даден во следната табела)

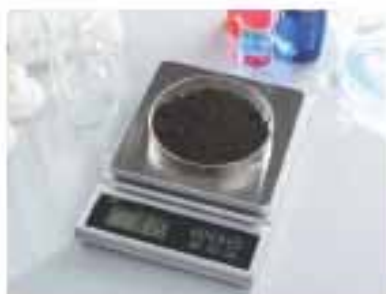
Табела: Дел од најкористен лабораториски прибор во биолошките истражувања

Лабораториски прибор	Основни функции
1. епрувета	Изведување хемиски реакции, чување течности, загревање течности, за раст на бактерии, собирање и чување на биолошки примероци
2. лабораториска чаша	Чување течност или цврсти примероци, за одвивање на реакции или за собирање на филтратите или течноста при титрациите, можат да послужат за грубо мерење волумен на течности
3. ерленмаер	Собирање, чување, загревање на течни примероци, садови во кои се врши хемиска реакција при титрации
4. бирета и статив	Долга, градуирана, стаклена цевка означена со скала се користи како прибор за прецизно мерење на волумен на течности. Се прицврстува на статив и се користи за титрации
5. тиквичка	Точно одмерување волумен на течности, чување на течни хемикалии (раствори) со точна концентрација
6. колба	Со заоблено дно се користи во комбинација со пламеник или песочна бања кога треба термички да се обработи или да се исуши примерокот што се анализира
7. мензура	Одмерување волумен на течности
8. пипети	Пренесување на точно определен волумен на течност
9. автоматски пипети	Пренесување точно определен волумен на течности, многу помал од оној што може да се пренесе со обична пипета. Некои од нив можат да бидат со повеќе работни отвори, односно да подигаат и префрлаат цели сетови течности. Најчесто се со приспособлив волумен
10. пипети за една употреба	Служат како капалки при изработка на нативни препарати за микроскопирање и слично
11. инка	Претурање на течност во сад со мал отвор, при филтрирање на течности при што се обложува со филтер хартија
12. капалка	Пренесување на течна содржина или материјал за анализа
13. Петриев сад	За чување на медиумот (хранлива подлога) за култура на клетки (бактерии, габии и сл.), садови за чување на примероци при анализа (пример безрбетници и сл.)
14. саатно стакло	Испарување, за мерење на цврсти материи и како капак за други стаклени садови
15. стаклена прачка	Мешање на течности
16. лажичка со шпатула	Пренесување на цврсти супстанции, прашкасти материи и материи во форма на паста, можат да послужат и за гребење
17. аван со толчник	Дробење и уситнување на цврстите супстанции, биолошки примероци и сл.
18. шпиртна ламба	Создава отворен пламен како примарен извор на топлина за загревање и за стерилизација со пламен на одредена лабораториска опрема (микробиолошки ези)
19. микробиолошка еза	Пренесување на микроорганизми и клетки во култури на ткива
20. садови за примероци	Земање, чување и транспорт на примероци, зависно од потребата, можат да бидат стерилни

Освен лабораториски прибор, во лабораториите се користат и разни апарати и инструменти во зависност од областа на истражувањето.

На пример, дигиталната вага се користи за мерење маси на супстанции и примероци. Водена бања е апарат кој загрева и одржува одредена температура на вода во која се потопуваат други стаклени садови со примероци кои треба да се одржуваат на таа температура.

Центрифугата е апарат кој со **центрифугирање** (центрифугална сила) овозможува **фракционирање** (раздвојување) на различни компоненти во течност.



Дигитална вага



Водена бања



Лабораториска центрифуга со епрувети со крв што е разделена на составни делови

БИОЛОШКИ ЛАБОРАТОРИСКИ ТЕХНИКИ

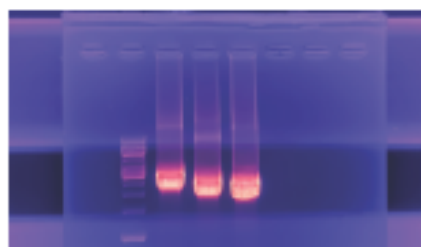
Хроматографијата претставува техника на раздвојување на компонентите од примероци (најчесто смеси) помеѓу две фази, од кои едната е подвижна (мобилна), а другата е стационарна. Смесата се нанесува на површината на цврстата, стационарна (неподвижна фаза), а подвижната мобилна фаза ги носи компонентите од смесата по стационарната фаза. Притоа, во зависност од афинитетот на компонентите кон едната или другата фаза, тие се разделуваат една од друга.



Електрофореза е лабораториска техника што се користи за раздвојување на различни фракции (групи) протеински молекули или ДНК и РНК, врз основа на нивниот електричен полнеж. При овој процес, молекулите се движат во електрично поле по цврст медиум (скробен, агарозен гел) со различна димензија на пори.



Поставување на примероци на агарозен гел за електрофореза



Изглед на агарозниот гел по раздвојување на молекулите од примероците

Интересен пример се биолошките лаборатории за култура на клетки. **Култура на клетки** подразбира одгледување на растителни и животински клетки во соодветни медиуми.

Работењето во современа и високоопремена лабораторија е предизвик, како во однос на истражувањата и рутинските анализи, така и во однос на правилното работење и личната безбедност. Потребно е особено внимание од аспект на соодветна работна облека, мантил, маска, заштитни очила, ракавици, лабораториски обувки, па сè до средства за одржување на хигиената и стерилноста на работното место и просторот. Правилата за безбедност при работа со лабораторискиот прибор и апарати важат за сите подеднакво, со различни степени на внимателност, зависно од видот на истражувањата.



Поставување примероци во медиум за култура на клетки

Активност

Хроматографија на црн фломастер

Потребни материјали: лабораториска чаша, вода, парче хроматографска хартија (може да се импровизира и со филтер хартија) и стаклена прачка да ја држи хартијата среде чашата за да не ги допира страните на чашата.

1. На хроматографската хартија повлечи линија со молив (како на сликата), а потоа на средина стави точка од црн фломастер.
2. Другиот слободен крај (спротивно од примерокот со фломастер) прицврсти го за стаклената прачка што ќе ја поставиш хоризонтално на отворот на чашата.
3. Долниот дел од хартијата потопи го во вода, но внимавај местото со примерокот од фломастерот да биде над водата (како на сликата).
4. Почекај некое време додека водата да се искачи по хартијата.

Што може да се забележи? Што најбрзо се издавојува? Што значи тоа?

Статична фаза е хартијата, а мобилна е водата. Водата се искачува по хартијата, а со себе ги носи составните делови од бојата од фломастерот што со различна брзина се искачуваат нагоре. Брзината зависи од карактеристиките на секој од составните делови.



Прашања за повторување

1. Наброј некој инвентар од лабораторија.
2. Наброј некои апарати кои се користат во лабораторија.
3. Опиши што значи електрофореза.
4. Како се изведува хроматографија на хартија?

Интересна биологија

- Повеќето лабораториски стаклени садови не се направени од обично туку од боросиликатно стакло отпорно на високи температури и нагли температурни промени. Благодарение на тоа, садовите како мензури, епрувети и колби можат директно да се загреваат на пламен без да пукнат. Формата на лабораторискиот инвентар е дел од неговата функција – тесниот врат на ерленмаерот го намалува испарувањето и ризикот од прскање при мешање.

1.3 Микроскоп и микроскопирање

Потсети се!

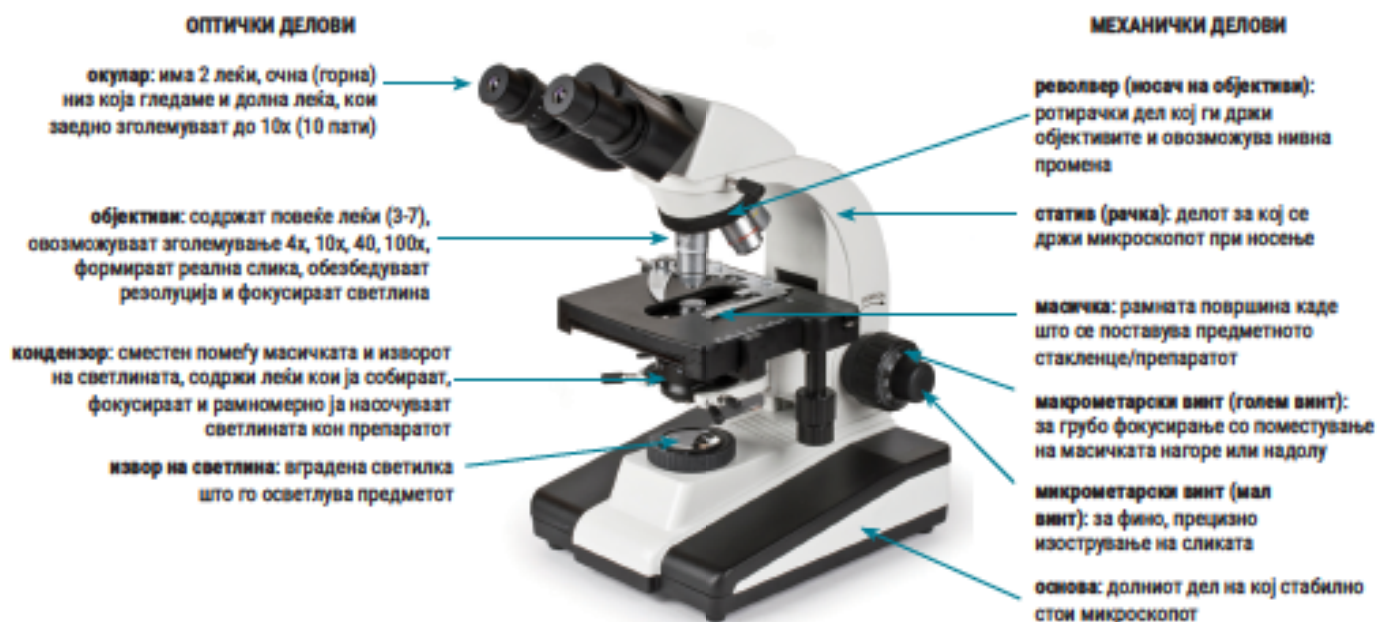
- Што е микроскоп и какви микроскопи има?
- Која е разликата меѓу електронски и светлосен микроскоп?
- Кој дел од микроскопот се нарекува окулар?
- Како се нарекуваат стаклата кои се потребни за изработка на микроскопски препарати?

ВИДОВИ МИКРОСКОПИ

Микроскопот е многу често користен инструмент во биолошките испитувања и служи за набљудување на ситни структури невидливи со човечкото око. Постојат две категории микроскопи – светлосни микроскопи и електронски микроскопи. Повеќето микроскопски анализи се прават со помош на светлосните микроскопи.

Кај **светлосните микроскопи** изворот на светлина е дневна светлина или електричен извор на светлина. Овие микроскопи ја зголемуваат сликата од предметот кој се набљудува до 400 пати, а со користење на методот на микроскопирање со имерзно масло, сликата може дополнително да се зголеми. Со нив можат да се набљудуваат клетки, ткива, бактерии и колонии на бактерии, паразити и слично.

Светлосните микроскопи се изградени од механички и оптички делови. Механичките делови ја прават рамката на микроскопот и овозможуваат прецизно движење, додека оптичките делови се одговорни за зголемувањето и квалитетот на сликата.



Општа градба на светлосен микроскоп

Кај **електронскиот микроскоп** сликата се создава со помош на насочен сноп од електрони (оттаму и името електронски микроскоп). Генерално, принципот на работа е ист како и кај светлосниот микроскоп. Со електронски микроскоп се добиваат слики со огромно зголемување, од 1 до 50 милиони пати, зависно од типот на електронскиот микроскоп. Со нив можат да се набљудуваат клеточни ултраструктури, вируси и други мали биолошки примероци.

Примероците што се набљудуваат под електронски микроскоп мора да бидат екстремно тенки (со димензии од 20-100 nm), дури 200 пати потенки од оние што се набљудуваат под светлосен микроскоп. Притоа, не можат да се набљудуваат живи примероци.

Табела: Споредба на перформансите на светлосен микроскоп наспроти електронски микроскоп

Перформанси	Светлосен микроскоп	Електронски микроскоп
Извор на светлина	светлински зраци	сноп електрони
Резолуција – моќта јасно да се прикажат две многу блиску поставени точки како посебни (како пиксели на мобилен телефон)	под 0,25 μm , најмногу до 0,30 μm	под 0,4 nm
Магнизација / Зголемување – моќта на некој инструмент да ја зголеми сликата на предметите (како зумирањето на твојот мобилен телефон)	400x до 1 600x (мала)	до 2 000 000x (голема)
Материјал на леќи / вакуум	оптичко стакло / без вакуум	електромагнети / потребен е висок вакуум

Постојат два типа електронски микроскопи: **скенирачки електронски микроскоп (SEM)** и **трансмисиjsки електронски микроскоп (TEM)**.

Табела: Разлики меѓу SEM и TEM микроскопи

Карактеристики	SEM – скенирачки електронски микроскоп	TEM – трансмисиjsки електронски микроскоп
Зголемување	до 1 милион пати	до 50 милиони пати
Начин на формирање слика	електроните се одбиваат од површината на примерокот што се набљудува	електроните минуваат низ примерокот што се набљудува
Дава приказ	на површината на клетката и целиот примерок, броење и одредување големина на примерокот	на внатрешни структури во примерокот, протеински молекули, молекулски структури во вирусите и микрофиламентите на клетките, поставеноста на протеините во клеточната мембрана

Електронските микроскопи се многу скапи за набавка и одржување, а потребни се и посебни обуки за да се работи со нив. Тие се релативно големи (зафаќаат голем простор од лабораторијата) и бараа стабилна подлога за поставување, секое нивно поместување или електромагнетно зрачење во нивна близина може да ги оштети.

Успешното микроскопирање обединува две активности: изработка на микроскопски препарат и набљудување. Објектот што треба да се набљудува под микроскоп прво треба да биде поставен на предметно стакло, а по потреба да се покрие со друго, многу потенко и помало, покривно стакло.



SEM и TEM микроскопи



Предметно стакло, покривно стакло и готов нативен препарат

Микроскопските препарати можат да бидат:

- Привремени (нативни) препарати кои се прават за една употреба и се набљудуваат веднаш или во некој пократок временски период, најчесто од свеж или жив материјал.
- Трајни (фиксирали) препарати се препарати кои се фиксираат (запечатуваат) со природни или синтетски смоли или друг начин на фиксација, па можат да се користат долг временски период и во повеќе наврати.

При подготовка на микроскопски препарат треба да се следат следните чекори:

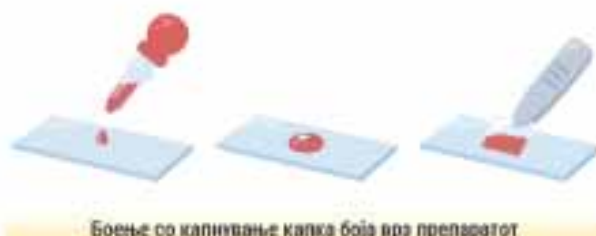
1. На предметното стакло се капнува вода со капалка.
2. Во водата се поставува/вртнува тенок слој од објектот/предметот кој се набљудува (тенок пресек на ткиво, извлечен епидермис, капка барска вода и слично).
3. Покривното стакло се поставува под агол од 45° во однос на предметното стакло и полака се пушта да го покрие предметот. Водата од капката привремено ги слекува двете стакла.
4. Вишокот вода се отстранува со допир на мека хартија од страна на покривното стакло без тоа да се подига. По потреба, недостатокот на вода се дополнува со нанесување капка вода на самиот раб на покривното стакло.



Траен препарат од животно ткиво



Некои предмети кои се набљудуваат се провирни (транспарентни) или многу мали, па потребно е да се додаде боја за да ги направи повидливи. Боењето се врши со едноставно капнување на капка специјална боја или со посебни методи на боење како кај бактериите.



Активност

1. Составни делови на светлосен микроскоп

Земи го микроскопот пред тебе. Обиди се да ги наброиш составните делови и да ги објасниш функциите на деловите.

Направете натпревар во брзо и точно набројување на деловите. Грешен одговор дисквалификува, а точните одговори мерете ги со стоперка!

2. Изработка и набљудување на нативен препарат од епителни клетки од усната празнина

Со пластично лажиче собери слуз од внатрешната страна на образот од твојата уста. Потоа слузта размачкај ја на предметно стакленце. Капни капка боја метиленско сино која ќе ги направи видливи јадрата во епителните клетки. Покриј ја слузта со покривно стакло и микроскопирај! Треба да видиш клетки со неправилни форми и виолетово јадро.

ВНИМАВАЈ! Ако правиш препарат со туѓ епител, носи ракавици и користи алкохол 70 % за дезинфекција.

3. Изработка и набљудување на нативен препарат од ткиво на листови од олеандер и бор

Наставникот треба да подготви тенки напречни пресеци од листови од олеандер и игличка од бор. Стави го пресекот на предметно стакло во капка вода. Покриј го со покривно стакло и набљудувај под микроскоп. Треба да видиш зелено обоени клетки од различни ткива во листот.

4. Изработка и набљудување на нативен препарат од епидермис од опачина на лист од перуника (*Iris sp.*)

Со пинцета внимателно засечи ја опачината на листот, а потоа извлечи дел од тенкиот прозирен епидермис. Постави го на предметно стакло во капка вода и набљудувај под микроскоп. Треба да видиш прозирни, издолжени епидермални клетки и стомини апарати.

5. Изработка на нативен препарат од вода од бара (застојана вода)

Капни една капка барска вода (нека има и скрамичка) на предметно стакло. Потоа покриј ја со покривното стакло. Набљудувај под микроскоп. Треба да забележиш ситни праживотни кои брзо пливаат низ водата. Можно е да се забележат интересни правилни форми на дијатомеи и други организми.

6. Изработка и набљудување на нативен препарат од полен

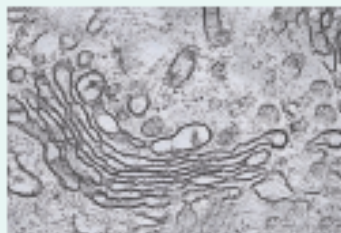
На предметното стакло со игла или пинцета истреси полен од прашници од различни цветови. Потоа капни капка вода и покриј ја со покривно стакло. Набљудувај под микроскоп. Треба да забележиш поленови зрна.

Прашања за повторување

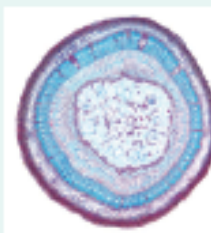
1. Кои делови на светлосниот микроскоп имаат оптичка моќ да ја зголемат сликата?
2. Која е разликата меѓу TEM и SEM-микроскопи и што се набљудува со нив?
3. Какви микроскопски препарати постојат и во што се разликуваат?
4. Што овозможува имерзното масло и во кои случаи се користи?

Интересна биологија

- Сликите кои се добиваат со електронски микроскоп се секогаш црно-бели. Таквите слики дополнително технички се обработуваат и се бојат структурите од интерес.
- Сликите кои ги гледаме под микроскоп од различни клетки и ткива најчесто природно се безбојни. За да се видат тие структури се користат различни техники на бојење за одредени делови од клетките и ткивата да станат контрастни и видливи.



TEM
микрофотографија
на Голџиев систем



Напречен пресек на стебленце
од липа, обоена со контрастни
бои хематоксилин-еозин,
гледа на 8x зголемување
под светлосен микроскоп

1.4 Собирање и обработка на податоци

Потсети се!

- Зошто е важно континуирано запишување на сите резултати и водење забелешки додека се изведува некое истражување?
- Во која форма можат да се запишат мерењата при експериментирањето?
- Што значи критичко размислување?

За да се заокружи истражувачкиот дел од научниот метод, клучно е правилно организирање на добиените резултати. Само така ќе може да се дојде до релевантни заклучоци.

Податоците што се собираат за време на набљудувањето и експериментирањето можат да бидат од два типа: квалитативни и квантитативни.

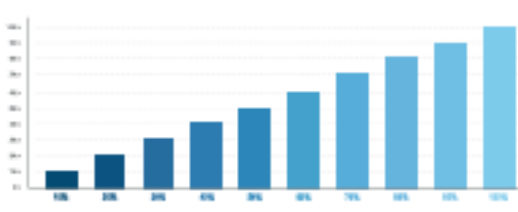
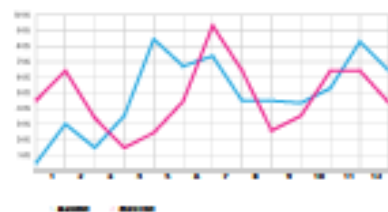
Квалитативните податоци се описни карактеристики (карактеристики на квалитет). Тие се резултат на истражување што се базира на набљудување на процесот и негово разбирање. Квалитативните податоци не се изразуваат со конкретни бројки бидејќи сознанијата се субјективни.

Квантитативните податоци се добиени со конкретни мерења во бројни вредности кои понатаму можат да послужат за различни математички пресметки.

Табела: При набљудување ученици во училиница можат да се добијат следните податоци

Квалитативни податоци	Квантитативни податоци
Како се чувствуваат учениците	Број на ученици
Изгледот на учениците	Пол
Нивната облека	Возраст
Нивната мотивираност	Температура во училиницата
Нивната желба за учење	Бучава во училиницата

Сумирањето на резултатите значително се олеснува со нивно организирање во соодветни табели. При креирање на табелите треба да се внимава соодветно да се именуваат колоните и редовите и правилно да се запишат мерните единици (грамови, сантиметри, литри и слично). Од табелите понатаму податоците можат да се претстават во различни форми на визуелни претстави (дијаграми): линиски графици, графици со столпчиња, пита-дијаграми и сл. Дијаграмите го олеснуваат разбирањето на она што го претставуваат. Тие се корисни за квантитативните податоци, но имаат примена и кога се работи за квалитативни податоци.



Графичко прикажување на податоци од експериментирање – линиски график, график со столпчиња и пита-дијаграм

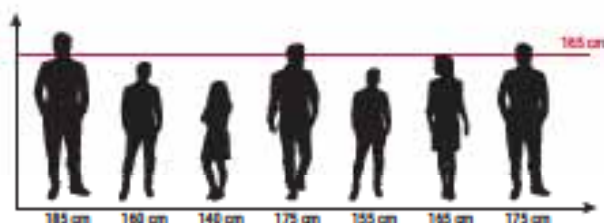
Графиците се базираат на две оски, *x* и *y*-оска. Кога се конструира график треба да се запази правилото на *x*-оската да бидат претставени вредностите на независната променлива, додека на *y*-оската, вредностите на зависната променлива. При претставувањето на вредностите потребно е да се означат величините и мерните единици. Ако се претставуваат повеќе сетови вредности, препорачливо е претставување на секоја од нив во различна боја.

ОБРАБОТКА НА КВАНТИТАТИВНИ ПОДАТОЦИ

Поради тоа што најчесто се прават повеќекратни мерења во текот на експериментирањето, за добивање репрезентативни резултати потребно е да се пресметаат средни вредности. Понекогаш резултатите се претставуваат и во проценти или односи.

При вршењето на пресметките важно е да се запишуваат мерните единици, а таму каде што нема да бидат исти сите податоци треба да се сведат на една соодветна (на пример: L и L, или mL и mL, да не се мешаат mL и L).

Средната вредност е основна пресметка во случаите на повеќекратно повторување на мерењето и добивање повеќе податоци. За илустрација ќе искористиме резултати од експеримент каде што се мерени висините на една група луѓе.



Мерење	1	2	3	4	5	6	7
Висина	185	160	140	175	155	165	175

Средната вредност (позната и како просек) се пресметува со собирање на сите вредности, а потоа резултатот се дели на бројот на мерења. Па така, средната вредност на висината на измерените луѓе изнесува 165 cm.

$$(185 + 160 + 140 + 175 + 155 + 165 + 175) : 7 = 165 \text{ cm}$$

Освен средна вредност, може да се земе предвид и „оддалеченоста“ на добиените вредности од средната вредност. Да разгледаме два сета на добиени мерења:

- I - 140 cm; 155 cm; 160 cm; 165 cm; 175 cm; 175 cm; 185 cm - со средна вредност од 165 cm и
 II - 125 cm; 150 cm; 160 cm; 165 cm; 175 cm; 180 cm; 200 cm - со средна вредност од 165 cm.

За двата сета податоци се добива иста средна вредност, но очигледно е дека добиените резултати во вториот сет опфаќаат поголем опсег на бројни вредности.

Понекогаш е потребно да знаеме колку податоците во една група се „распрскани“, односно колку отстапуваат од средната вредност (просекот). За тоа можат да послужат статистичките алатки варијанса и стандардна девијација.

Варијанса претставува просек од квадратните отстапувања на мерењата од аритметичката средина. **Стандардната девијација** е корен од варијансата. Притоа, мала девијација значи дека податоците се тесно групирани околу просекот, а голема девијација значи дека податоците се широко распространети.

Корелација е статистичка мерка што ни покажува дали и колку две нешта се поврзани, односно ако се промени едната вредност (на пример, висината), дали можеме да очекуваме дека ќе се промени и другата. Најважно е да се запамети дека корелацијата не докажува дека едното нешто го предизвикува другото, туку само дека тие „се движат заедно“.

Помеѓу две променливи, корелацијата може да биде позитивна, негативна или воопшто да нема корелација. Корелацијата се изразува преку коефициент на корелација (r) што може да биде поголем од 1 (кај позитивна корелација), помал од 1 (негативна корелација) или да биде 0 (нема корелација).



Активност

Олимпијада со хартиени авиони

1. Собирање податоци

Поделете се во групи од по 4-5 ученици. По еден ученик од секоја група треба да направи свој хартиен авион и да го фрли авионот 5 пати. Другите ученици од групата треба да го измерат растојанието што ќе го помине авионот при секое фрлање.

2. Анализа на податоците

Секоја група ги користи своите 5 мерења за да пресмета колку ученикот е конзистентен како „пилот“. Треба да пресмета средна вредност – просечната должина на летот.

3. Барање врска (корелација)

Споредете две различни променливи на ниво на целиот клас. На пример: променлива x : должина на крилата на авионот (во cm); променлива y : најдолгиот лет на тој авион. Внесете ги овие податоци во табела и нацртајте дијаграм со точки (scatter plot). Утврдете дали постои корелација меѓу нив.

Прашања за повторување

1. Која е разликата меѓу квалитативен и квантитативен податок?
2. Зошто е корисно да се запишуваат податоците во табела? На што треба да се внимава притоа?
3. Што претставува дијаграм и кои форми на дијаграм ги познаваш?
4. Ако дизајнираме училишни клупи според просечната висина на сите ученици во државата, што ќе се случи со оние ученици кои имаат голема стандардна девијација од просекот?

Интересна биологија

• Како Spotify и Netflix знаат што сакаш? (Колаборативно филтрирање)

Алгоритмот не разбира музика или филмови на начинот на кој ние ги разбираме. Тој не знае дека некоја песна е „тажна“ или „енергична“ затоа што ги слуша зборовите, туку користи математичка корелација помеѓу корисниците. Процесот изгледа вака:

1. Профилирање: Алгоритмот гледа дека ти (корисник А) често го слушаш уметник 1, уметник 2 и уметник 3.
2. Барање „близнак“: Системот пребарува низ милиони други профили за да најде некој чиј вкус има висока позитивна корелација со твојот. Го наоѓа корисник Б, кој исто така ги слуша тие тројца уметници.
3. Предвидување: Ако корисник Б почне често да го слуша уметник 4, а ти сè уште не си го слушал, алгоритмот претпоставува дека поради тоа што вашите вкусови досега биле во силна корелација, постои голема веројатност и оваа песна да ти се допадне.

1.5 Научна презентација

Потсети се!

- Во каква форма добиваш информации кога пребаруваш на страницата *Google Scholar*?
- Како се викаат овие документи?

Научниот метод го дефинира развивањето на истражувањето низ неколку етапи (чекори). Последниот чекор е објавување на добиените сознанија кои треба да извршат некакво влијание во научниот свет и науката.

Објавувањето на добиените заклучоци низ истражувањето се прави со научна презентација. Постојат различни форми на научна презентација, а најчесто користени се: научна публикација, постер-презентација, усна презентација и сл.

Научна презентација е структурирано усно и визуелно излагање со кое се претставуваат научни истражувања, резултати или идеи пред публика (професори, студенти, истражувачи итн.). Нејзината структура треба да ги исполни нејзините цели:

- јасно да го објасни истражувањето;
- да ги прикаже резултатите и
- да овозможи разбирање и дискусија.

Бидејќи станува збор за научна презентација, објективноста е на прво место. За да се постигне јасност и конкретност, потребно е нејзината форма да следи логична и јасна организираност, а изложените резултати да се поткрепени со докази и податоци.

Научната презентација треба да ги содржи следните делови:

1. **Наслов** – ги содржи називот на темата, името на авторот и институцијата.
2. **Вовед** – претставува образложување на проблемот и ја открива целта на истражувањето. Воведот е краток преглед на теориските сознанија за темата на истражувањето, како и повикувања на досегашните податоци од таа област од кои се црпат информации.
3. **Методологија и материјал за работа** – опфаќа што и како ќе се работи во текот на истражувањето. Притоа, се наведуваат методите на истражување (квалитативни и квантитативни), користените техники и инструменти, постапките за собирање материјали/податоци, како и методите и постапките за нивната анализа. Овде се наведуваат и можните ограничувања во истражувањето, односно слабости и пречки. Во методологијата се спомнуваат и етичките аспекти.
4. **Резултати** – дел во кој се претставени добиените резултати при набљудувањата и мерењата добиени при експериментирањето. Тука се прикажуваат табели со податоци, графикони и слики.
5. **Дискусија** – содржи толкување на добиените резултати и нивно логично поврзување со поставеното прашање. Притоа се разгледува што значат добиените резултати и дали тие се во насока на потврдување или негирање на хипотезата. Може да се врши споредба со претходно добиени сознанија од други автори. Тука се прават и објаснувања на некои неочекувани резултати и можните причини за тоа, а се земаат предвид и ограничувањата и нивното влијание врз истражувањето. Во овој дел се зборува за импликациите на резултатите, односно причината зошто тие се важни. На крај се начнува идејата за можни нови истражувања блиски на тоа што се презентира, за продлабочување на сознанијата.

6. **Заклучок** – дел каде што се сумира и заокружува целото истражување. Тука се прецизира дали е реализирана целта на истражувањето и се одвојуваат најважните наоди и резултати. Заклучокот ги содржи главните заклучоци кои произлегуваат од истражувањето како и одговорот на прашањето. Со една реченица, заклучокот треба да каже што научивме и зошто тоа е важно.
7. **Користена литература** – дел каде што по азбучен ред се наведени сите извори кои послужиле во формулирањето на истражувањето и биле искористени како основа на која биле поставени теоретските и истражувачките активности. Во литература спаѓаат сите книги (научни, стручни или учебници), научни и стручни трудови (списанија, зборници, конференции). Исто така, тука спаѓаат и закони, правилници и официјални документи, извештаи и статистички податоци од државни и меѓународни извори. Како литература се наведуваат и електронски адреси на интернет-страници од релевантни и проверени извори. Притоа, постојат правила како се наведуваат изворите. Генерално, треба да ги содржат следните податоци: име на авторот, насловот, година на издавање, издавач/списание, линк (за електронски извори, ако е потребно).

Научната презентација е наменета за презентирање пред научна публика, обично како дел од научни конференции, на факултети, како дел од различни семинари или во одбрана на проекти, дипломски работи и слично.

Научна публикација е стручен, проверен и јавно објавен труд во кој се презентирани резултати од научно истражување или теоретска анализа. Таа служи за споделување на нови знаења со научната и стручната јавност. Притоа, научната публикација се карактеризира со високо научна методологија, а резултатите и анализите се оригинални. Изворите се проверени и цитирани. Публикацијата поминува низ рецензија (проверка од стручни лица), а објавувањето е во научно списание или зборник од конференција.

Табела: Споредба на различни видови научна презентација

	Научна публикација	Постер презентација	Усна презентација
Составни делови	Наслов	Наслов (јасен и краток)	Вовед во кој се прави претставување пред публиката, се дава краток вовед во истражувањето и целта на истражувањето
	Апстракт (краток преглед на трудот)	Автор(и) и институција	Теоретски дел во кој се дава преглед на проблемот и зошто е важна темата
	Клучни зборови	Вовед / цел на истражувањето	Материјал и методи
	Вовед / цел на истражувањето	Материјал и методи (кратко)	Резултати
	Теоретска рамка / преглед на литература	Резултати (графици, табели, слики)	Дискусија
	Материјал и методи	Дискусија / Заклучоци	Заклучок
	Резултати	Научни извори (кратка листа)	Завршница во која излагачот се заблагодарува за вниманието и повикува на прашања од публиката
	Дискусија	Контакт (е-пошта, QR-код)	
	Заклучок		
	Користена литература		

Постер-презентација е визуелен начин на прикажување на истражување, проект или идеја, најчесто на научни конференции, симпозиуми или академски настани.

Бидејќи станува збор за постер со определена големина (A0 или A1 во хоризонтална или почесто вертикална ориентација) кој ќе биде изложен пред публиката, на него треба да има акцент на визуелните елементи, а текстот треба да се сведе на минимум. Неговото читање треба да биде јасно и брзо (5-10 минути), а авторот го презентира пред публиката усно.

Усна презентација е јавно, усно излагање на тема, проект или истражување пред публика, најчесто со слајд-презентација (пример во Power Point) како поддршка. Времетраењето на усното излагање е 10-15 минути. Притоа треба да се внимава на говорот на телото и интеракцијата со публиката. Не е препорачливо читање од слајдовите, туку нивно објаснување.

Активност

1. Изработка на постер-презентација

Изработи постер-презентација за некое истражување. Активноста може да се изведува во групи каде што членовите на тимот ќе бидат задолжени за различни делови од истражувањето. Притоа водете се од правилата за изработка на постер со сите негови составни делови. Искористете ја вашата креативност за да го постигнете ефектот и да ги заинтересирате слушателите за вашите сознанија.

Предлог-теми за истражување и постер:

- Цигарите убиваат
- Посади дрво, израсни иднина
- Здрава храна, здрава нација
- Штеди струја, намали го глобалното затоплување

За да не се губи време за поставување на деловите на хамер, можете да го изработите во електронска форма, во A4-формат, во вертикална или хоризонтална поставеност. Презентирајте го постерот пред соучениците. Пример за изработен Постер е прикажан на сликата. Забележувај дека визуелните претстави се повеќе застапени од текст. Притоа се претставени главните делови на истражувањето: Наслов, Вовед, Методологија, Хипотеза, Резултати, Заклучок и Користена литература.



2. Истражување

Истражи што значи некој научен труд да има импакт фактор (impact factor).

Прашања за повторување

1. Што претставува научна презентација? Од кои делови се состои?
2. Во што се разликуваат трите вида научна презентација опишани во лекцијата?
3. Што е постер-презентација и кои делови треба да ги има постерот?

Интересна биологија

- Научните презентации во далечното минато не биле поддржани со технологија. Најчесто, излагањето на научниците било на јавни места како плоштади каде се држеле говори, се воделе дијалози и дебати, а научниците ги користеле сите вештини на логиката, јасноста и убедливоста да ја постигнат својата цел. За визуелизација се користеле геометриски скици и цртежи на табла, понекогаш и шематски прикази во песокот.

1.6 Етика и безбедност во биолошкото истражување

Потсети се!

- Обиди се да го објасниш поимот етика.
- Како може да се објасни етиката во биолошките истражувања?
- Како го разбираш поимот „биобезбедност“?

Научните сознанија од биологијата имаат огромна придобивка за животот и здравјето на луѓето, но и за заштитата и унапредувањето на животната средина и на целиот жив свет. Притоа, често се поставува прашање за етичноста во биолошките истражувања и експерименти.

Етичките принципи во биолошките истражувања служат како „морален компас“ што ги води научниците низ сложени одлуки каде што напредокот на науката може да се судри со правата и благосостојбата на живите суштества. Овие принципи не се само препораки, туку често се вградени во строги законски регулативи. Без етичка контрола, науката ризикува да ја изгуби довербата на јавноста и да предизвика непоправлива штета на поединци или на целата биосфера. Етичките комисии денес се „задолжителен филтер“ за секое сериозно научно истражување. Етичките принципи се особено важни и строги кога истражувањето се врши врз луѓе. Притоа, потребна е **добиена согласност** со која учесникот доброволно се согласува да учествува во истражување, откако ќе биде целосно информиран за сите релевантни аспекти на процесот.

ЕТИКА ВО ИСТРАЖУВАЊАТА СО ЖИВОТНИ (ПРИНЦИПОТ „3Р“ – ТРИ Р)

Во биологијата, користењето животни за експерименти е често неопходно, но етичките стандарди наложуваат примена на **принципот 3Р** – *Replace* (замени), *Reduce* (намали), *Refine* (подобри):

- **Замени (Replace):** Користење на алтернативни методи (компјутерски модели, клеточни култури) наместо лабораториски животни секогаш кога е можно.
- **Намали (Reduce):** Користење на најмалиот можен број лабораториски животни потребни за да се добијат статистички значајни податоци.
- **Подобри (Refine):** Минимизирање на болката и стресот кај лабораториските животни преку подобра грижа, анестезија и соодветни услови за живеење.

Принципот 3Р е важен во насока на заштита на животните од непотребно страдање и веќе е законска обврска во многу земји. Во етичка насока, тој ја зајакнува етичката одговорност на истражувачите.

Пример, примената на 3Р може да изгледа вака:

Цел на истражувањето е ефектите на нов лек. Наместо веднаш да се пристапи со тестирање на лабораториски животни, прво може да се искористат култури од ткива во лабораторија, односно компјутерски симулации и модели за предвидување на ефектите. На тој начин се избегнува користењето на лабораториски животни уште на самиот почеток.

Ако сепак е потребно користење, тогаш треба добро да се испланира, да се користи најмалиот можен број единки од животните, а сепак резултатите да бидат веродостојни. Добрите планирања спречуваат непотребни повторувања на експериментот.

Со користењето на анестезија (средства кои ги заспиваат животните) или аналгезија (средства кои ослободуваат од болка) животните се заштитуваат од болката. Третманот на животните треба да биде од обучени истражувачи, луѓе кои ги познаваат методите на работа со лабораториски животни.

БЕЗБЕДНОСТ ВО БИОЛОШКИ ИСТРАЖУВАЊА

Друг сегмент поврзан со биолошките истражувања е биобезбедноста. **Биобезбедност** (или биосигурност) е широк поим што се однесува на збир од мерки, политики и практики дизајнирани да ги заштитат луѓето, животните, растенијата и животната средина од биолошки закани. Едноставно кажано, тоа е одбрана од штетни биолошки агенси, без разлика дали тие се природни (вируси, бактерии) или намерно предизвикани.



Белите лабораториски стаорци (*Rattus norvegicus*) многу често се животни што се користат во биолошки истражувања

Табела: Што опфаќа биобезбедноста?

Заштита на истражувачите	Користење лична заштитна опрема (ракавици, мантили, маски и др.). Правилно спроведување хигиена. Безбедно ракување со микроорганизми, клетки, ткива.
Заштита на околината	Спречување ширење на опасни биолошки агенси надвор од лабораторија. Контрола на отпад и деконтаминација.
Заштита на животната средина	Спречување испуштање на генетски модифицирани организми или патогени. Правилно уништување биолошки отпад.
Спречување на злоупотреба	Истражувања кои можат да имаат и корисна и штетна примена. Контрола кој има пристап до опасни материјали и информации.
Регулатива и надзор	Почитување национални и меѓународни закони и протоколи. Одобрување од етички и биобезбедносни комисии.

Биолошките истражувања понекогаш вклучуваат **работа со микроорганизми** (бактерии и вируси) кои можат да бидат потенцијално опасни биолошки материјали. На пример, тестирање и создавање на нови лекови за болести предизвикани од патогените микроорганизми (предизвикувачи на болести) значи директно манипулирање со патогените. Притоа, заштитата на животот и здравјето на научникот и целиот тим се врвен приоритет. Тука биобезбедноста се однесува на **заштита на истражувачот**, но биобезбедност може да се однесува и на **заштита на животинскиот и растителниот свет и животната средина**.

Доколку се работи со потенцијално опасни микроорганизми се работи во специјална микробиолошка лабораторија приспособена за вршење на таков вид работа. Вработените следат строги протоколи за безбедност кои наложуваат носење заштитна опрема (облека, ракавици, мантили, понекогаш скафандери, очила и слично), следење протоколи за стерилност и безбедност при манипулирањето со микроорганизмите итн. При работењето се создава отпад што е биоопасен, па со него се манипулира по протоколи за управување со биоотпад што подразбира собирање, стерилизација или уништување без опасност за живиот свет и животната средина. Дополнително, во лабораториите треба да имаат пристап само определени лица кои поминале низ обуки за правилно работење и заштита.

Биобезбедноста има за цел да заштити и од акти на биотероризам и да спречи несакани настани поврзани со биолошката безбедност.

Современите лаборатории денес посветуваат големо внимание на заштитата на животната средина. Притоа, особено се внимава на користењето на ресурси, како што се реагенси, енергија и вода, со спроведување на т.н. „зелени лабораториски практики“. Исто така, во истражувањата што се спроведуваат врз загрозувани популации видови, се внимава на најмала можност за предизвикување штета по популациите и нивните живеалишта.

Активност

1. Безбедно работење во лабораторија

Голем број научно-фантастични филмови започнуваат со грешка во лабораторија. На пример, вдишување на контаминиран (загаден) воздух или случајно кршење на епрувета со опасна материја и отвор во работната заштитна облека на научникот, допир со кожата или отворена рана на телото на научникот итн.

Присети се на некој таков филм, но обиди се да ги опишеш безбедносните мерки кои ги забележа во лабораторијата:

- идентификација на влез во лабораторијата;
- заштитна облека на научниците;
- ознаките и сигналите (светлосни и звучни) за безбедност;
- начинот на работа со материјалите и слично.

Дискутирајте со соучениците за овие случувања и мерки.

Дискусијата треба да ви овозможи да ги разберете важноста на биобезбедноста и опасностите за самите научници, населението, но и за животната средина.

2. Дискусија

Дискутирајте на часот за потребата од принципот 3P.

Дискусијата треба да ви овозможи да ги препознаете етичките вредности и потребата од хуман третман на лабораториските животни.

Прашања за повторување

1. Што претставуваат етичките принципи во науката и зошто се важни?
2. Наведи некои сегменти на безбедноста во лабораториите.
3. Кои се „Трите P“ во истражувањата со животни и објасни го значењето на секое од нив?
4. Наведи начини како може да се заштити животната средина при работа во биолошка лабораторија.

Интересна биологија

- Белите лабораториски стаорци се избрани за тест-животни затоа што нивните биолошки карактеристики се многу слични на човечките. Речиси сите гени кај стаорците имаат соодветни гени кај луѓето, што ги прави „модел-организам“ за проучување на болести.
- Лабораториските стаорци се одгледуваат во строго контролирани услови и високи мерки на биобезбедност, далеку од контакт со диви видови глувци и други животни. На тој начин се гарантира дека стаорците не се носители на можни патогени кои би се пренеле на научниците додека се работи со нив.

РЕЗИМЕ НА ТЕМА



- ✓ Научното истражување се состои од низа последователни активности: набљудување, поставување прашање, собирање на информации, поставување на хипотеза, експериментирање, анализа на резултати и донесување заклучок.
- ✓ При поставувањето на хипотезата треба да се внимава во неа да има една независна променлива и барем една зависна променлива. Независната променлива е фактор што се контролира и менува со цел да предизвика промени кај зависната променлива во еден причинско-последичен однос.
- ✓ Лабораториската работа е невозможна без соодветен лабораториски прибор. Станува збор за различни предмети изработени од стакло, пластика, керамика, метал и слично што служат за изведување на експерименталната работа. Во биолошките лаборатории се користат и апарати со различна софистицираност и технички перформанси, кои овозможуваат спроведување на лабораториски методи како електрофореза, хроматографија, центрифугирање и фракционирање на примероци итн.
- ✓ Микроскопот често е основна алатка во биолошките истражувања. Генерално се користи светлосниот микроскоп каде што сликата ја формира со помош на светлина, но голема примена во науката имаат и електронските микроскопи кои работат на принципот на формирање слика со електронски снопов. Притоа, електронските микроскопи се одликува со многу поголема резолуција (јасност) и магнификација (зголемување) од светлосните микроскопи.
- ✓ Податоците кои се собираат за време на експериментирањето систематски се организираат во табели и различни облици на дијаграми (визуелни претстави).
- ✓ Податоците собрани при експериментирањето можат да бидат квалитативни и квантитативни. Квантитативните податоци се користат во статистички пресметки кои даваат можност за нивно аналитичко и критичко толкување во процесот на анализа и донесување заклучоци. Едни од најчесто користените статистички пресметки се средната вредност, стандардната девијација и корелацијата.
- ✓ Добиените сознанија се претставуваат во јавноста (научна, стручна) со научна презентација што има строго дефинирана форма. Најчесто користени форми на научна презентација се: научна публикација, постер-презентација и усна презентација.
- ✓ Биолошките истражувања се повикуваат на етички принципи кои гарантираат дека истражувачкиот процес се води на чист начин. Тоа значи дека при работата научникот се грижи за здравјето на луѓето и за општата благосостојба на животната средина и целиот жив свет.
- ✓ Правилото „три Р“ (3R), дава нова димензија на работата со лабораториските животни. Овие правила (replace, reduce, refine – замени, намали и подобри) го обврзуваат и стимулираат научникот да користи алтернатива за лабораториските животни. Кога е неизбежно да се користи некое животно, со него да се постапува хумано (да се спречи животното да трпи болка и да страда).
- ✓ Биобезбедноста во истражувањата се однесува на повеќе сегменти: заштита на истражувачите, заштита на околината, заштита на животната средина, спречување на злоупотреба преку точно предвидени мерки и регулативи.

Прашања за повторување на Тема 1

- Што е зависна променлива?
 - фактор што го менува научникот
 - фактор што останува константен (непроменет)
 - фактор што се менува и се мери
 - фактор што спаѓа во контролната група
- Кој дел од светлосниот микроскоп содржи леќи за зголемување?
 - микрометарски винт
 - кондензор
 - огледало
 - окулар
- За имераивна техника на микроскопирање се користи:
 - објектив со зголемување од 10 пати
 - објектив со зголемување од 40 пати
 - објектив со зголемување од 100 пати
 - сите наведени објективи
- Кој тип микроскоп дава најголемо зголемување?
 - TEM
 - SEM
 - електричен микроскоп
 - светлосен микроскоп
- Колкаво зголемување даваат окулар со зголемување 15x и објектив со зголемување 4x?
 - 6 пати
 - 45 пати
 - 60 пати
 - 450 пати
- Кој од наведениот прибор се користи за прецизно мерење волумен?
 - менаура
 - тиквичка
 - чаша
 - колба
- При електрофореза, молекулите се раздвојуваат врз основа на:
 - големината
 - растворливоста
 - електричниот полнеж
 - центрифугална сила
- Податокот што се изразува со броеви се нарекува:
 - квалитативен податок
 - квантитативен податок
 - субјективен податок
 - контролен податок
- Варијансата покажува:
 - колку податоците се точни
 - колку податоците се разликуваат едни од други
 - колку податоците отстапуваат од средната вредност
 - средна вредност
- Во која форма на научна презентација се користат ораторските вештини?
 - научна публикација
 - постер презентација
 - усна презентација
 - во сите наведени
- Што значат трите R во биолошките истражувања?
 - замени, намали, подобри
 - рециклирај, повторно употреби, намали
 - користи само стаорци во истражувањата, не мајмуни
 - сите наведени
- Подреди ги по редослед етапите на научниот метод, од првата до последната.
 - Постави хипотеза
 - Објави ги резултатите
 - Постави прашање
 - Анализирај ги резултатите и извлечи заклучоци
 - Направи истражување на достапни информации
 - Тестирај ја хипотезата со експеримент
- Поврзи ги начините на презентација со соодветниот вид научна презентација.

		број-буква
1. Научна публикација	а) Излагање пред публика, поткрепено со визуелна презентација, со користење на ораторски вештини.	
2. Постер-презентација	б) Визуелен начин на публикација, со акцент на визуелните елементи, со минимална количина текст.	
3. Усна презентација	в) Јавно објавен труд во публикација како научно списание, зборник од конференција и сл.	
- Анализирај ги двете поставени хипотези и објасни со свои зборови која е разликата меѓу нив.
 - Ако растението има доволно светлина, тогаш фотосинтезата се одвива успешно.

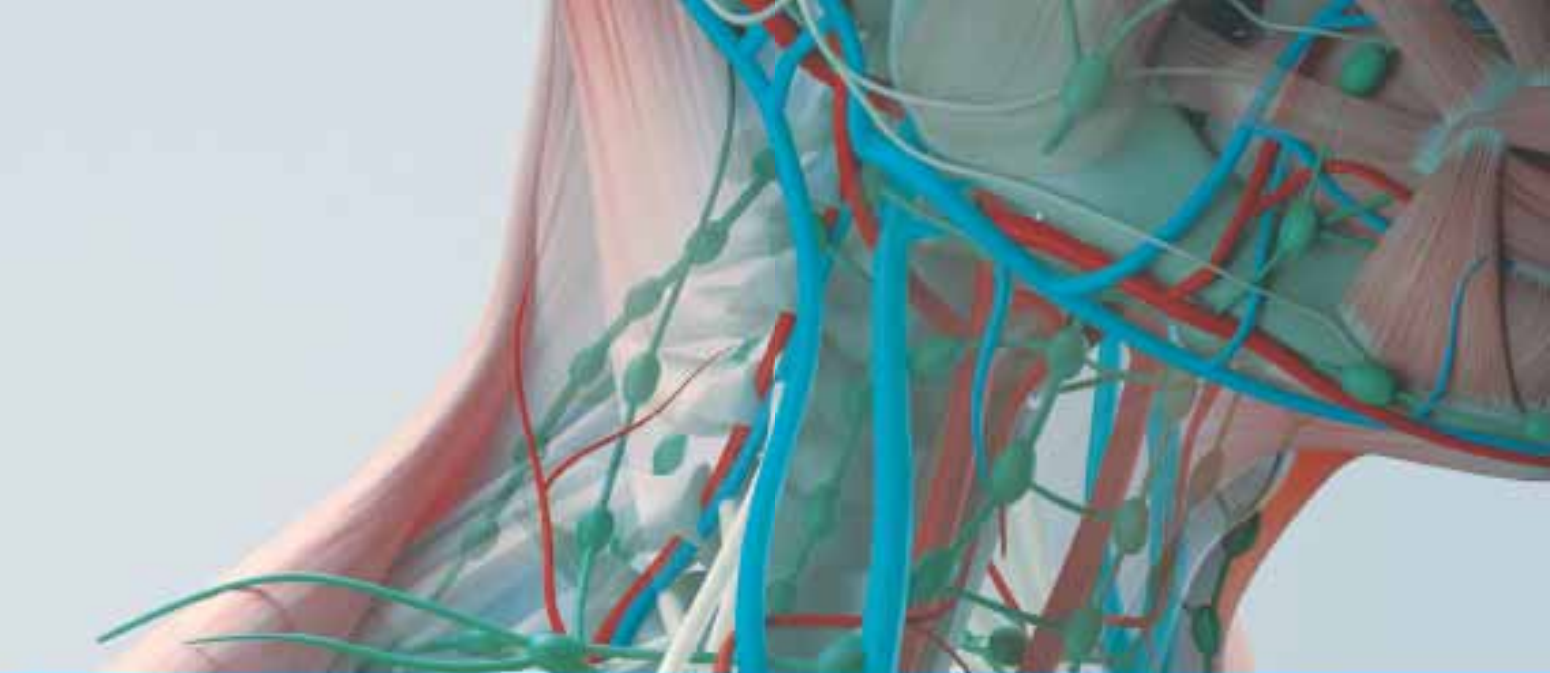
- Ако растението има доволно вода и светлина, тогаш фотосинтезата се одвива успешно.
15. Објасни што означуваат поимите „револуција“ и „магнификација“ кај микроскопите, користејќи пример со твојот мобилен телефон.
 16. Објасни што означуваат поимите „квалитативен податок“ и „квантитативен податок“. Наброј неколку примери.
 17. Запиши (Т) за точно или (Н) за неточно тврдење кај следните изјави.
 18. Кои мерки за лична заштита треба да ги преземе еден истражувач кој работи со опасни микроорганизми?
 19. Треба да направиш истражување за следното прашање: Дали светлината има влијание врз ртењето на семето грав? Објасни ги сите етапи (чекори) на научниот метод при истражувањето. Опиши што ќе направиш во секој од нив.

Исказ	Т / Н
Сликите добиени под електронски микроскоп се црно-бели.	
Хипотезата се поставува на принципот: Ако – тогаш.	
Зависната променлива се менува од научникот.	
Контролирани променливи се зависни од независната променлива.	
Доволно е еден експеримент за релевантен податок, ако е спроведен според научниот метод.	
Скенирачкиот електронски микроскоп дава слика од внатрешните структури на набљудуваниот предмет.	
Нативниот препарат се микроскопира само одредено време.	
Лабораториската чаша мери волумен на течност со голема точност како мензурата.	
Целиот лабораториски прибор е направен од огноотпорно стакло.	
Хроматографијата служи за фракционирање на составните делови на смеса.	
Стандардната девијација се добива од варијансата.	
Дијаграми се визуелни претстави на податоците од истражувањата.	
При утврдувањето на корелацијата се добива влијанието на една променлива врз друга.	
При конструирање на график, на x-оската се претставуваат вредностите на независната променлива.	
Етика во научните истражувања често подразбира моделирање на резултатите според потребите.	
Биобезбедност подразбира следење на строги правила и протоколи при работа во биолошки лаборатории.	

ТЕМА 2

ОРГАНСКИ СИСТЕМИ КАЈ ЧОВЕКОТ

- ▶ Ниво на организација на живите организми
- ▶ Дигестивен систем
- ▶ Крвоносен и лимфен систем
- ▶ Респираторен систем
- ▶ Екскреторен систем
- ▶ Локомоторен систем
- ▶ Репродуктивен систем
- ▶ Координација и реакции
- ▶ Ендокрин систем



Во оваа тема ќе научиш:

- да опишуваш и објаснуваш градба и основна функција на органските системи кај човекот, нивната меѓусебна поврзаност и улога во одржување на хомеостаза;
- да идентификуваш и разликуваш клучни органи, процеси и поими поврзани со функционирањето на органските системи;
- да анализираш влијание на животни навики и фактори од средината врз здравјето на органските системи;
- да применуваш превентивни мерки и здраво однесување за зачувување и унапредување на здравјето на човекот.



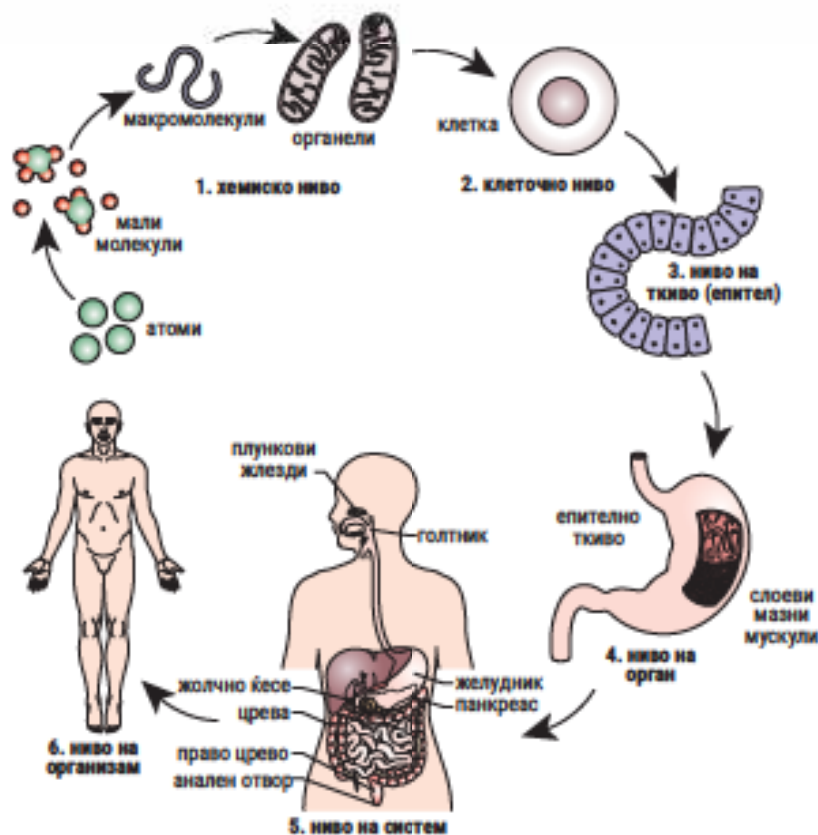
2.1 Организација на живите организми и хомеостаза

Потсети се!

- Што е атом, а што е хемиски елемент?
- Кои органели ги има во клетката и која е нивната функција?

Човечкиот организам има јасно хиерархиско ниво на организација. Притоа, секое ниво се гради врз нивото што е пред него. Така, повеќе атоми поврзани помеѓу себе образуваат молекули, повеќе молекули градат клетка. Клетки што вршат иста функција формираат ткиво, разни ткива сочинуваат еден орган, повеќе органи со заедничка функција градат органски системи. Сите различни органски системи заеднички образуваат еден организам.

Атомите се основни градбени единици на хемиските елементи од кои се изградени сите материи. Хемиски елемент е супстанца што не може да се разгради на поедноставни материи со вообичаени хемиски процеси.



Хиерархиска организација на човечкиот организам

Кога два или повеќе атоми се поврзуваат меѓу себе се создава **молекула**. Атомите во молекулата се поврзани со хемиски врски. Супстанците што содржат молекули изградени од различни атоми се нарекуваат **соединенија**. Соединенијата можат да бидат едноставни, како јаглерод монооксидот (CO) или многу сложени како протеините, кои се составени од илјадници атоми.

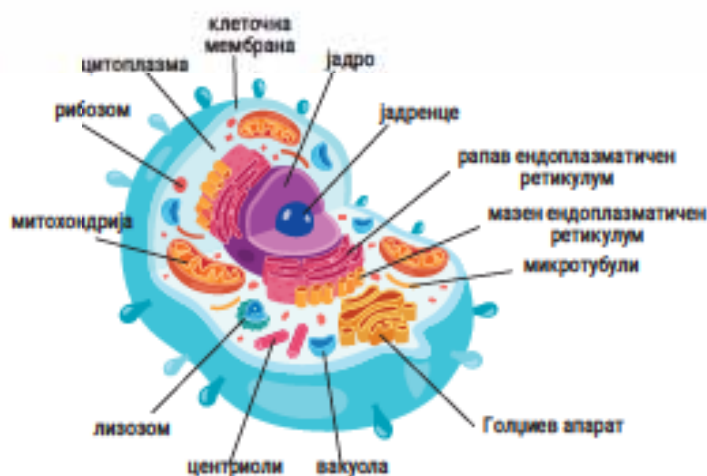
Најголемиот дел од молекулите што го градат човечкото тело (со исклучок на водата) се органски молекули изградени главно од четири елементи: јаглерод, водород, кислород и азот (C, H, O, N). Најважни органски соединенија во организмот се јаглехидратите, липидите, протеините и нуклеинските киселини. Овие соединенија можат да се јавуваат и во комбинација како гликопротеини, липопротеини и гликолипиди. Фосфолипидите се липиди кои се важен дел од клеточните мембрани, додека нуклеинските киселини ги носат наследните информации и учествуваат во синтезата на протеините.

КЛЕТОЧНО НИВО НА ОРГАНИЗАЦИЈА

Клетката е основна градбена и функционална единица на живиот организам и ги покажува сите негови карактеристики како растење, размена на материи и енергија, осетливост и делба. Човечкиот организам е составен од милиони клетки и целокупната негова активност е резултат на нивната работа. Во телото на човекот постојат околу 210 различни видови клетки. Секоја клетка е одделена од надворешната средина со клеточна мембрана што селективно контролира што влегува и што излегува од клетката.

Во клетката се наоѓаат **органели** – специјализирани структури што вршат различни функции неопходни за животот на клетката. Не сите клетки ги содржат истите органели, ниту во ист сооднос. Јадрото е најважната органела во еукариотската клетка. Во него има молекули на ДНК во кои се запишани наследните информации. ДНК е организирана во 46 хромозоми што стануваат видливи при делба на клетката. Половите клетки содржат половина од тој број на хромозоми (23).

Позначајни органели во клетката се митохондриите, ендоплазматичниот ретикулум, рибозомите, Голџиевиот апарат, лизозомите и други.



Шематски приказ на внатрешна градба на еукариотска клетка

Ако од еукариотската клетка се отстранат клеточната мембрана и сите органели обвиткани со мембрани, останува **цитоплазмата**, односно клеточната течност. Таа зафаќа најголем дел од клетката и е место каде што се одвиваат голем број хемиски реакции неопходни за животот – се разградуваат хранливите материи и се одвиваат важни синтетички процеси.

Основната градба на сите клетки кај човекот е слична, но тие се разликуваат по големина, облик и функција. Големината на клетките може да варира од околу 7 μm (како кај еритроцитите), до околу 200 μm или повеќе (како кај некои мускулни клетки). Нервните клетки имаат долги продолжетоци и по изглед значително се разликуваат од мускулните или клетките на очната леќа. Некои клетки на површината имаат трепки кои со своето движење овозможуваат движење на течностите околу нив. Кај сперматозоидите се јавува камшиче што служи за нивно движење.

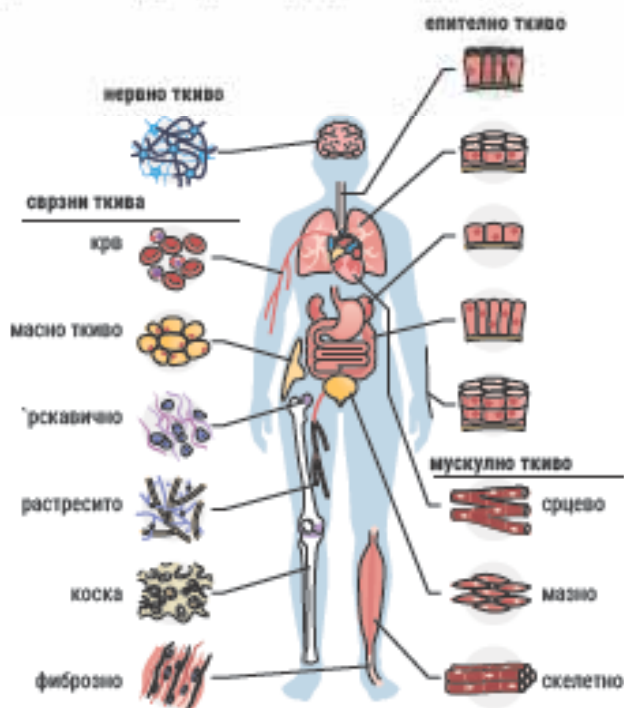


Различни видови клетки во човечкиот организам

ТКИВА

Клетки слични по градба и специјализирани за извршување одредени функции се организирани во **ткива**. Во организмот на човекот постојат четири основни видови ткива и тоа:

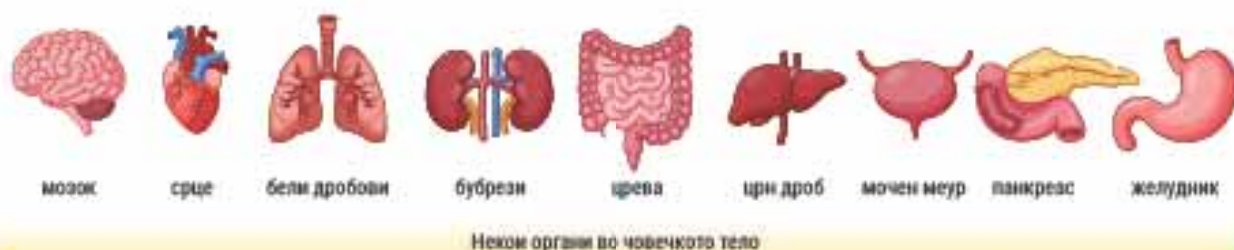
- Епителното ткиво го покрива телото и ги обложува внатрешните органи како кожата, дигестивниот и респираторниот систем, крвните садови и телесните празнини. Епителните клетки можат да бидат рамни, четириаголни или издолжени и да се распоредени во еден (еднослоен епител) или повеќе слоеви (повеќеслоен епител). Епителот врши заштитна, секреторна и апсорпциска функција. Епителното ткиво има способност за брза регенерација, особено при повреди.
- Сврзното ткиво ги поврзува и поддржува деловите на организмот и содржи меѓуклеточен материјал. Според цврстината се дели на: меко (масно и растресито), фиброзно (тетиви и лигаменти), цврсто (рскавично и коскено) и течно сврзано ткиво (крв и лимфа).
- Мускулното ткиво овозможува движење и е изградено од долги клетки – мускулни влакна. Постојат три вида мускули: скелетни, срцеви и мазни.
- Нервното ткиво е изградено од неврони и невроглија. Невроните примаат и пренесуваат нервни импулси, а невроглијата ги поддржува и штити. Ова ткиво го гради централниот и периферниот нервен систем и овозможува координација и контрола на телото.



Некои ткива во човечкото тело

ОРГАНИ

Еден **орган** е составен од различни ткива кои заедно извршуваат една функција во организмот. Секој орган има своја форма, градба и задача. На пример, срцето е изградено од мускулно, епително, сврзано и нервно ткиво. Бубрезите се изградени од епително, сврзано, мускулно и нервно ткиво, а црниот дроб содржи епително, сврзано и нервно ткиво, како и крвни садови.



ОРГАНСКИ СИСТЕМИ

Органите што функционираат заедно за да извршуваат одредена задача, сочинуваат **систем на органи (органски систем)**. Органите може да се групираат во 9, 10 или 11 групи органски системи.

- **Скелетен систем.** Основата на телото ја сочинува систем од околу 206 коски што меѓу себе се поврзуваат во градба наречена скелет.
- **Мускулен систем.** Движењето на телото е резултат на активноста на скелетните мускули што се сврзани со коските. Друг вид мускули постојат во видовите на органите во организмот, како што се цревата, а трет вид мускули има во видот на срцето. Скелетниот и мускулниот систем заедно го формираат локомоторниот систем.
- **Циркулаторен систем.** Срцето и крвните садови влегуваат во градбата на систем којшто ја пумпа крвта во сите ткива на телото, носејќи хранливи материи, кислород и други супстанции, а од нив презема крајни продукти на нивната работа. Лимфните садови имаат важна помошна (спoredна) улога во циркулацијата. Многу често овој систем е поделен на два посебни системи како крвоносен и лимфен систем.
- **Дигестивен систем.** Овој систем го сочинуваат сите органи што се вклучени во земањето на храната и нејзиното претворање во супстанции што ќе бидат користени од клетките на телото. Такви органи се устата, хранопроводот, желудникот, цревата, црниот дроб и панкреасот.
- **Респираторен систем.** Овој систем ги опфаќа белите дробови и патиштата што водат до белите дробови. Улогата на овој систем е овозможување размена на гасовите, при што кислородот од воздухот влегува во крвта и со циркулаторниот систем се носи до сите ткива. На ист начин, јаглерод диоксидот, како краен метаболички производ, се зема од ткивата и се исфрла од телото.
- **Кожен систем.** Кожата со своите додатоци има голем број функции важни за човечкиот организам.
- **Уринарен систем.** Овој систем се нарекува и екскреторен. Негови основни органи се бубрежите, мочоводите, мочниот меур и мочниот канал, а неговата основна функција е исфрлање на крајните производи и вишокот вода од телото. (Познато е дека други крајни производи се отстрануваат и преку дигестивниот и респираторниот систем, како и преку кожата).
- **Нервен систем.** Черепниот и 'рбетниот мозок заедно со нервите го контролираат и координираат телото. Сетилните органи (очи, уши, јазик, нос) примаат дразби од околината и ги претвораат во дразби што мозокот ги обработува. Мозокот ги управува и свеста, меморијата и реакциите. Заедно со сетилните органи, нервниот систем формира систем за координација и реакции.
- **Ендокрин систем.** Според сличната функција, ендокрините жлезди се групираат во еден систем. Нивните производи се специфични супстанции наречени **хормони**, што регулираат одредени телесни активности како растење, искористување на хранливите материи во клетките, размножувањето итн.
- **Репродуктивен (полов) систем.** Овој систем ги вклучува надворешните полови органи и сите внатрешни органи што се поврзани со размножувањето и раѓањето.



Некои органички системи кај човекот

НИВО НА ОРГАНИЗАМ

Благодарение на соработката помеѓу сите органи и системи, човечкиот **организам** функционира како целина. Ниту еден систем не работи сам. Секој има своја улога, но целото тело зависи од нивната меѓусебна поврзаност. На пример, респираторниот систем и крвоносниот систем работат заедно: белите дробови внесуваат кислород, крвта го носи до сите клетки, а клетките го користат за производство на енергија. Без оваа соработка, клетките би останале без енергија.

ХОМЕОСТАЗА

Хомеостаза е способност на организмот да ја одржува внатрешната средина стабилна и постојана, и покрај тоа што условите околу него постојано се менуваат. Хомеостазата подразбира регулација на телесната температура, количината вода, нивото на шеќер во крвта, крвниот притисок и други важни параметри. Така клетките, ткивата и органите можат да работат правилно. Ако хомеостазата се наруши, организмот може да претрпи сериозни проблеми на виталните функции. За одржување на хомеостазата заедно работат нервниот и ендокриниот систем, како и органите кои контролираат температура, вода, соли, дишење и метаболизам. Сите системи користат повратни механизми (feedback) за да го одржат телото во рамнотежа.

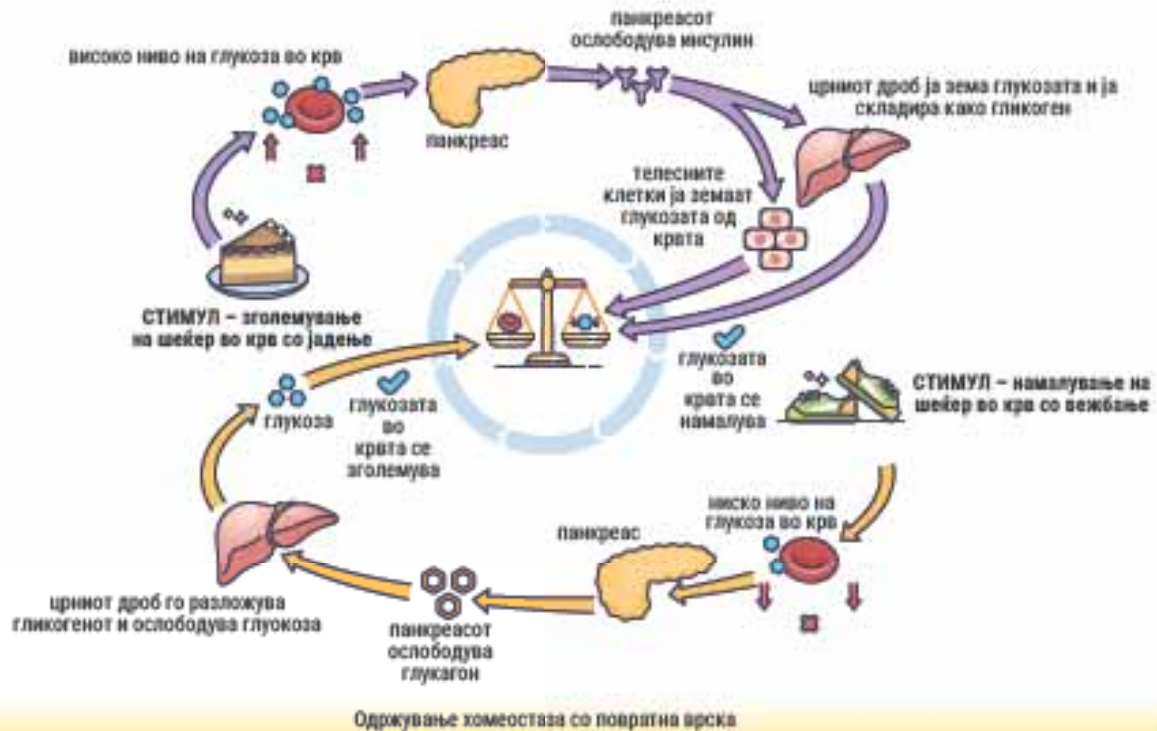
Негативна повратна врска е најчестиот таков механизам. Тоа значи дека ако некој параметар се зголеми или намали, телото реагира за да го врати на нормално ниво. На пример:

- Контрола на јаглерод диоксид (CO_2): ако CO_2 се зголеми, мозокот го стимулира дишењето да се забрза, па CO_2 се намалува; ако CO_2 падне, дишењето се забавува.
- Контрола на шеќер (глюкоза) во крвта: ако нивото на шеќер се зголеми (хипергликемија), панкреасот лачи инсулин за да се намали; ако нивото е ниско (хипогликемија), се лачи глюкагон за да се зголеми.



Позитивна и негативна повратна врска на регулација

Постојат и позитивни повратни врски кои најчесто водат до болест. Па така, ако има зголемување на крвниот притисок и ако контролните механизми доведуваат до негово уште поголемо покачување, тоа само ќе му наштети на организмот. Иако поретко, постојат состојби што се регулираат по пат на позитивна повратна врска, а сепак се корисни, како на пример коагулација на крвта (згругчување), породување или создавање на нервни сигнали.



Еве неколку генерални, кратки и јасни препораки за здрави навики кои го поддржуваат нормалното функционирање на човечкиот организам и одржувањето на хомеостазата:

Урамнотежена исхрана: јади разновидна храна (овошје, зеленчук, протеини, житарки), ограничи внесување на шеќери, сол и преработена храна, пиј доволно вода за да се одржи рамнотежата на течности и температурата.

Имај редовна физичка активност: најмалку 30 минути умерена активност дневно, знај дека вежбањето ги подобрува дишењето, циркулацијата, метаболизмот и работата на сите системи.

Неопходен е и квалитетен сон и тоа 7–9 часа секоја ноќ, а сонот му овозможува на организмот да ги регулира хормоните, имунитетот и нервниот систем.

Внимавај на стресот и намали го со прошетки, музика, релаксација.

Избегнувај штетни навики како пушење и алкохол или прекумерна употреба на кофеин.

Прави редовни здравствени прегледи со што ќе се следи крвниот притисок, нивото на шеќер, холестерол. Не заборавај, рано откривање на проблеми спречува нарушување на хомеостазата.

Одржувај добра хигиена и престојувај на чист воздух.

Активност

1. Клеточни органели

Поделете се во групи од по 3–4 ученици. Направете табела со две колони: (1) органела и (2) нејзината функција. Во табелата внесете најмалку три органели. Изберете една органела и објаснете зошто е важна за животот на клетката и со која животна карактеристика е поврзана. Подгответе кратко усно објаснување.

2. Хомеостаза

Поделете се во групи од по 3–4 ученици. Направете табела со три колони: (1) што се регулира во телото, (2) кои органи или системи учествуваат, (3) последици од нарушена хомеостаза. Пополнете ја табелата со најмалку четири примери. Подгответе кратко усно објаснување.

Прашања за повторување

1. Кои се повисоките нивоа на организација од клеточното?
2. Наведи пример за различни видови органи.
3. Како соработуваат респираторниот и циркулаторниот систем во снабдување на клетките со кислород?
4. Зошто не може еден орган или систем да функционира самостојно без другите?
5. Зошто правилната работа на органите е важна за одржување на хомеостазата? Наведи две последици од нарушена хомеостаза во човечкиот организам.

Интересна биологија

- Една мускулна клетка може да содржи приближно 1 000 до 2 000 митохондрии, а кај многу активни мускули и повеќе. За споредба, една коскена клетка најчесто има околу 100 до 200 митохондрии.
- Некои клетки во човекот, како нервните клетки во централниот нервен систем, се создаваат еднаш и можат да живеат цел живот без да се делат. Други, како клетките на кожата и крвта, постојано се создаваат и обновуваат, понекогаш за само неколку дена.

2.2 Состав и важност на храната

Потсети се!

- Кои живи организми можат сами да создадат хранливи материи? Како се викаат тие организми? Дали човекот има таква способност?
- Како се создаваат органските материи во растенијата?
- Што е катализатор во некоја реакција?

За секој жив организам, па и за човекот, правилното функционирање е можно само со редовна и соодветна исхрана. Секој ден твоето тело се обновува – клетките се делат, ткивата се регенерираат, а органите постојано работат. За сите тие процеси е потребна енергија која организмите ја добиваат од храната. Преку неа организмот ги добива и сите неопходни материјали за изградба на ткивата, за правилна работа на имунитетот, за одржување на телесната температура и за рамнотежа на течностите.

ОРГАНСКИ И НЕОРГАНСКИ ДЕЛОВИ ВО ИСХРАНАТА

Храната што ја внесуваме во нашиот организам се состои од различни хемиски елементи и соединенија што можат да се поделат на органски и неоргански.

Органски материи се соединенија кои содржат јаглерод, најчесто заедно со водород и кислород, а понекогаш и азот, фосфор или сулфур. Најважни органски материи во исхраната се јаглехидратите, протеините и липидите, кои со заедничко име се нарекуваат макронутриенти. Покрај нив, значајна улога имаат и витамините кои се органски соединенија потребни во мали количини (микронутриенти).



- **Јаглехидратите (шеќери)** се изградени од јаглерод, водород и кислород. Нивна основна градбена единица е моносахарид (како глюкозата). Со поврзување на два моносахарида настануваат дисахарида (како сахароза и лактоза), а повеќе поврзани моносахарида градат олигосахарида и полисахарида (како скробот, целулозата и гликогенот). Јаглехидратите најмногу се застапени во храна од растително потекло, особено во житарки, компири, овошје и зеленчук, но и во засладени производи, како мед, сокови и слатки.
- **Протеините** се сложени органски молекули составени од аминокиселини поврзани со пептидни врски во подолги синџири. Постојат 20 различни аминокиселини што се комбинираат во различни протеини. Дел од аминокиселините се есенцијални, односно не можат да се создадат во организмот и мора да се внесат со храната. Протеини се наоѓаат во месо, млечни производи, мешунки и јаткасти плодови.
- **Липидите (масти)** се од јаглерод, водород и кислород, но содржат помалку кислород отколку јаглехидратите. Тие се составени од масни киселини и глицерол, кои заедно формираат триглицериди, најзастапениот вид липиди во исхраната. Масните киселини можат да бидат заситени или незаситени. Заситените масни киселини имаат само единечни врски меѓу јаглеродните атоми и најчесто се цврсти на собна температура, додека незаситените содржат една или повеќе двојни врски и обично се течни. Како поздрава се смета храна што содржи

липиди богати со незаситени масни киселини. Тие најчесто се наоѓаат во ладно цедени растителни масла, јаткасти плодови, семиња, риба и маслинки.

Неорганските материи во составот на храната се водата и минералите. Тие се неопходни материи без кои нормалното функционирање на организмот не е можно.

Водата е најзастапената компонента во човечкото тело и учествува со околу 60 % од телесната маса кај возрасен човек. Дневната потреба од вода зависи од возраста, физичката активност и климатските услови, но во просек изнесува околу 2–2,5 литри дневно. Водата се внесува преку водата за пиење, пијалаци и храната.

Минералите имаат значајни физиолошки улоги и се делат на макроминерали (калциум, фосфор, натриум, калиум, магнезиум, хлор) и микроминерали или олигоминерали (железо, цинк, јод, бакар, селен). Тие се застапени во различни видови храна, како млечни производи, месо, зеленчук, овошје, семиња и риба. Бидејќи минералите не се рамномерно распоредени во природата, разновидната исхрана е најдобар начин за нивен доволен внес.



Присутиност на минерали во различни прехранбени продукти

ВИТАМИНИ

Витамините се органски соединенија неопходни за нормално функционирање на организмот. Тие не можат да се создадат во организмот, па затоа мора да се внесуваат со храната. Според растворливоста, витамините се делат на витамини растворливи во липиди и растворливи во вода.

- **Витамини растворливи во липиди (липосолубилни)** се витамините А, D, Е и К. Витамин А се наоѓа во рибино масло, млеко, жолчка од јајце и во зеленчук како морков и спанаќ. Витамин D има во рибино масло и млечните производи, а делумно може да се создава и во кожата под дејство на сончевата светлина. Витамин Е е застапен во растителните масла, додека витаминот К се наоѓа во зелен лиснат зеленчук и делумно се создава од микроорганизмите во дебелото црево.



A ретинол	B9 фолна киселина
B1 тиамин	B12 кобаламин
B2 рибофлавин	C аскорбинска киселина
B3 ниацин	D калциферол
B5 пантотенска киселина	E токоферол
B6 пиридоксин	K филохинон
B7 биотин	

Витамини во исхраната и нивните имиња

- Витамините растворливи во вода (хидросолубилни) ја опфаќаат групата В (B_1 , B_2 , B_6 и B_{12}) и витаминот С. Витамин С најмногу има во свежо овошје и зеленчук, како пиперки и цитрусни плодови. Витамините од групата В се наоѓаат во житарки, квасец, мешунки, месо, млечни производи и црн дроб. Некои од нив, како фолната киселина, делумно се создаваат и од цревната микрофлора.

Недостатокот на витамини се нарекува *авитаминоза*, а нивното прекумерно внесување, *хипервитаминоза*.

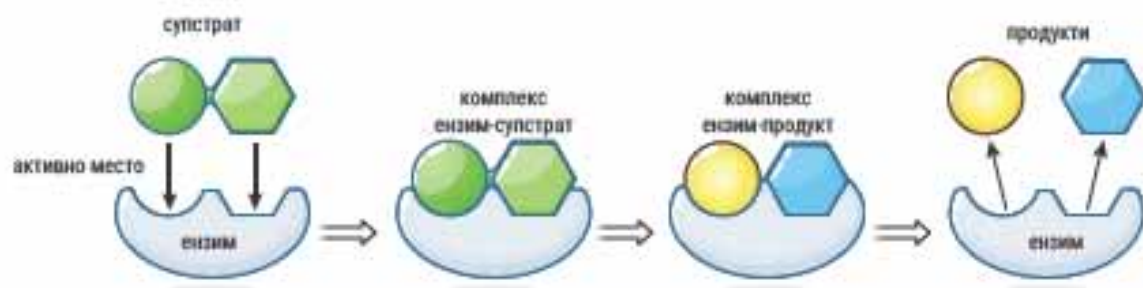
Табела: Хидросолубилни и липосолубилни витамини со нивната најважна функција

Витамин	Функција
Липосолубилни витамини	
витамин А	Во мрежницата на окото учествува во процесот на гледање, при недостаток се јавува ноќно слепило.
витамин D	Влијае врз развојот и функцијата на коските и забите, при недостаток се јавува рахитис.
витамин Е	Учествува во развојот на половите жлезди кај женските и машките, има антиоксидативна улога.
витамин К	Важен во системот за коагулација на крвта.
Хидросолубилни витамини	
витамин B_1	Поддршка на преносот на нервните сигнали, мускулната функција и здравјето на срцето, дејствува како клучен кофактор во метаболички процеси. При недостаток се појавува болест наречена бери-бери.
витамин B_2	Влегува во градбата на ензимите, а има улога и во функцијата на очите и во создавањето крвни клетки.
витамин ниацин B_3	Учествува во претворање на храната во енергија, поправка на ДНК и дејствува како антиоксиданс, при недостаток се јавува болеста пелагра.
фолна киселина B_9 и витаминскиот комплекс B_{12}	Имаат важна улога во создавањето на еритроцитите.
витамин B_6	Учествува во метаболичките процеси на аминокиселините, како коензим на ензимите учествува во нормалното функционирање на нервниот систем.
биотин	Има улога во нормалниот развој на кожата, дигестивниот и нервниот систем.
пантотенска киселина	Значаен за развој на мрежницата во очите и очниот нерв.

ЕНЗИМИ

Ензимите се важна група протеини кои дејствуваат како биолошки катализатори, односно забрзуваат и регулираат голем број хемиски реакции во организмот. Бидејќи не се трошат за време на реакцијата за нивното дејство е потребна многу мала количина. Речиси секоја хемиска реакција во клетките е контролирана од специфичен ензим, со што се овозможува нормален метаболизам. Некои витамини и минерали се составен дел или помошни фактори (коензими) на ензимите и се неопходни за нивната активност.

Обликот на ензимот е клучен за неговото дејство, бидејќи најчесто секој ензим реагира само со една одредена материја – супстрат. Оваа специфичност се објаснува со т.н. **механизам „клуч-брава“**, каде што ензимот има специјално место во молекулата (**активно место**) кое просторно одговара на формата на молекулата на супстратот.



Механизам на дејството на ензимите на принцип клуч и бртва

Ензимите што учествуваат во дигестијата имаат јасно определена улога. Повеќето од органските хранливи материи се *полимери* (макромолекули), односно долги молекули составени од повторувачки помали единици наречени *мономер*, слично како повеќе коцки споени во една целина. Така, скробот е полимер изграден од молекули на глюкоза, протеините се полимери на аминокиселини, а нуклеинските киселини (ДНК и РНК) се полимери на нуклеотиди. Липидите се макромолекули, но не се вистински полимери.

	мономер (градбни единици)	полимер	пример
ЈАГЛЕХИДРАТИ	 моносахариди	 скроб	 скробен зрна во хлоропласти
НУКЛЕИНСКИ КИСЕЛИНИ	 нуклеотид	 ДНК двојна верига	 хромозом
ПРОТЕИНИ	 аминокиселини	 полипептид	 протеини
ЛИПИДИ	 масни киселини	 триглицерид	 масна клетка

Шематски приказ на градба на органски молекули

За секоја од овие супстанции постојат специфични ензими кои го вршат разградувањето на по-прости молекули. Ензими важни за дигестијата се амилаза, малтаза, липаза, пепсин, трипсин итн. Амилазата го разградува скробот на помали јаглехидрати, малтазата ја разложува малтозата на две молекули глюкоза, а липазата ги разградува масните на масни киселини и глицерол. Пепсинот ги разградува протеините на пократки пептиди, а трипсинот ги разложува пептидите на аминокиселини.

Овие примери покажуваат дека ензимите се многу специфични и дека секој ензим создава точно определени продукти. Најголем дел од овие ензими дејствуваат по должината на дигестивниот тракт, каде што овозможуваат правилно разградување и искористување на храната.

БИОЛОШКА УЛОГА НА ХРАНАТА

Хранливите материи имаат повеќе важни физиолошки функции во организмот.

- *Енергетската улога* на храната се состои во обезбедување енергија преку процеси на разградување и оксидација. Главен извор на енергија се јаглехидратите, при чие разградување се создаваат јаглерод диоксид, вода и енергија складирана во високо енергетски молекули – аденозин трифосфат (АТФ). Оваа енергија се користи за физичка и умствена активност, работа на органите и одржување на телесната температура. Кога нема доволно јаглехидрати, енергија се добива од масти, а поретко и од протеини.
- *Градбената улога* на хранливите материи е поврзана со растот, развојот и обновувањето на клетките и ткивата. Аминокиселините, кои мора да се внесат со храната, учествуваат во изградбата на протеини, ензими и хормони. Минералите исто така имаат важна градбена улога: калциумот и фосфорот во изградба на коските и забите, а железото во создавањето на хемоглобин. Водата е основна составна компонента на клетките.
- *Регулаторната улога* ја имаат витамините и минералите кои учествуваат во работата на ензимите и во регулирање на процесите при добивање енергија, работата на срцето, нервниот пренос, мускулната контракција и рамнотежата на телесните течности. Дел од витамините и минералите имаат и заштитна улога, бидејќи учествуваат во одбраната на организмот и во антиоксидативната заштита.
- Хранливите материи учествуваат и во создавањето на нуклеинските киселини (ДНК и РНК) бидејќи обезбедуваат градбени елементи како азот, фосфор и шеќери, неопходни за генетскиот материјал и неговото обновување.

Активност

Дискусија за витамини и минерали

Поделете се во групи и истражете ја улогата на одреден витамин или минерал. Презентирајте го вашето истражување пред класот. По завршување на сите презентации, дискутирајте заеднички зошто е важно да се внесуваат доволно витамини и минерали за правилно функционирање на дигестивниот систем и општото здравје.

Прашања за повторување

1. Што се органски, а што неоргански материи во храната? Наведи по два примера за секоја група.
2. Наведи два витамини и храна во која се наоѓаат и нивното дејство во организмот.
3. Кои минерали ги има во зелените делови на растенијата, а кои во рибата?
4. Какви последици може да се почувствуваат при недоволен внес на храна? Наведи еден пример.

Интересна биологија

- За нормално функционирање на тироидната жлезда на човекот му се потребни околу 150 микрограми јод дневно или количина помала од едно зрно сол.
- Витаминот С не се складира во телото, па мора да се внесува секојдневно, а е значаен за одбраната од инфекции.

2.3 Градба и функција на органите за дигестија

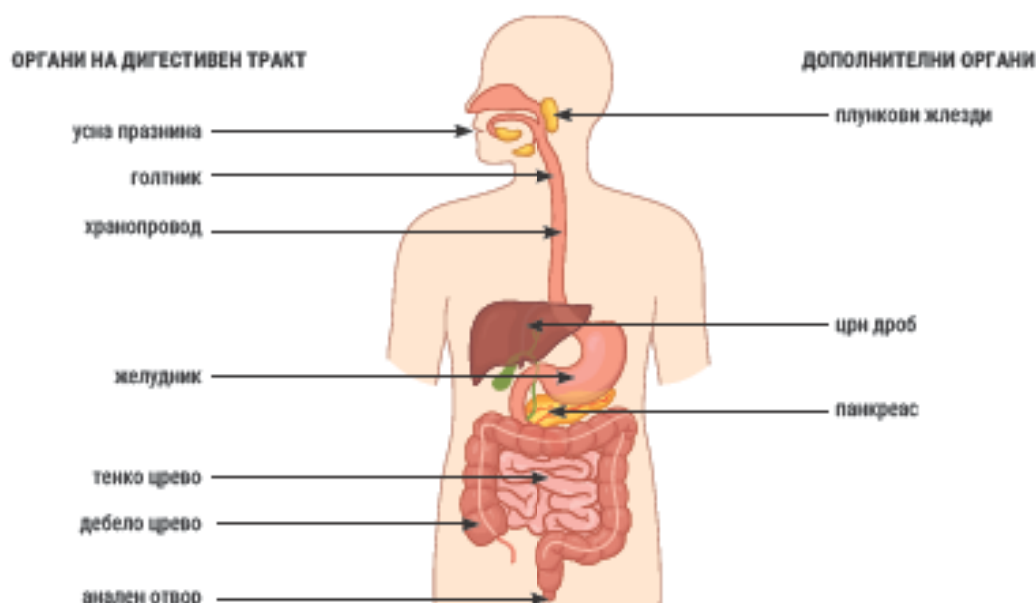
Потсети се!

- Од што е изградена храната што секојдневно ја користиш?
- Што е епително ткиво, а што се мазни мускули?
- Зошто храната таква каква што ја примаме не може да ја користат нашите клетки?

Храната што ја внесуваме, во својот почетен облик, не може директно да се искористи од клетките. Таа прво мора да се разгради (**дигестира**) со помош на дигестивниот систем за да може телото да ја искористи (**апсорбира**). Дигестивниот систем има и улога во отстранување на недигестираните делови од храната.

Органите на дигестивниот систем можат да се поделат во две групи:

1. **Дигестивен тракт** во чиј состав влегуваат: усната празнина, голтник, хранопроводот, желудникот, тенкото и дебелото црево. По должината на дигестивниот тракт се извршуваат двата основни процеси дигестија и апсорпција на храната, а недигестираните материи се исфрлаат од организмот.
2. **Дополнителни органи** се оние кои учествуваат во процесите на дигестијата преку своите производи што ги излучуваат во дигестивниот тракт преку канали. Овде спаѓаат плунковите жлезди, црниот дроб и панкреасот.



Шематски приказ на органите на дигестивниот систем кај човек

ДИГЕСТИВЕН ТРАКТ

Дигестивниот тракт е долга мускулна цевка што е составена од: усна празнина, голтник, хранопровод, желудник, тенко и дебело црево. Тој се нарекува и гастроинтестинален тракт, бидејќи варењето

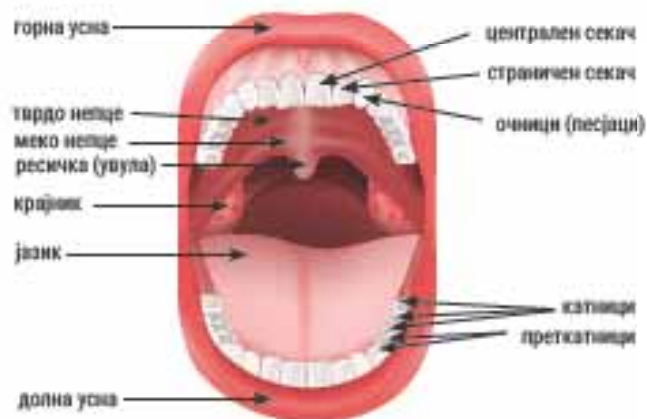
главно се одвива во желудникот и во цревата. Деловите на дигестивниот тракт, од хранопроводот до правото црево се шупливи органи меѓусебно одделени со кружни мускули – сфинктери. Сфинктерите дејствуваат како едностраночни вентили и го контролираат поминувањето на храната низ дигестивниот систем. Најчесто, дразбите пред сфинктерот предизвикуваат негово отворање, а дразбите по него негово затворање.

Усната празнина, заедно со усните, јазикот, забите и плунковите жлезди, има важна улога во дигестијата. Таа ја прима храната, ја обработува механички и ја започнува хемиската дигестија на скробот со помош на плунката. Јазикот е мускулист орган што ја меша храната, помага при голтањето, а површината има вкусови пупки со рецептори за вкус. Тој учествува и во создавањето на гласовите.

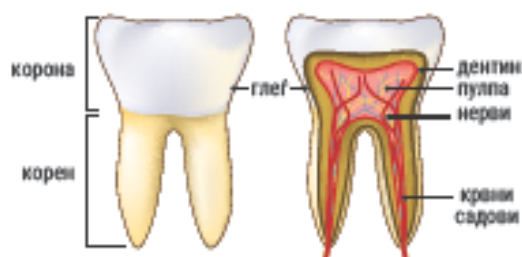
Во усната празнина се сместени и забите. Тие служат за сечење, кинење и мелење на храната. Децата имаат 20 млечни заби, кои постепено се заменуваат со трајни заби. Првиот траен заб што никнува е шестиот катник (шестка), кој има важна улога во џвакањето. Последни никнуваат третите катници наречени умници. Кај возрасните, вкупниот број на трајни заби е 32. Секој заб се состои од корона и корен.



Местото на сфинктерите во гастроинтестиналниот тракт



Усна празнина со заби и јазик



Во усната празнина храната се меша со плунката која ја навлажува и го олеснува џвакањето и голтањето. Плунката е безбојна течност без мирис и вкус. Кај човекот дневно се излучуваат околу 1–1,5 литри плунка. Плунката е составена претежно од вода (99 %), а содржи и минерални соли и органски материи. Од органските состојки најзначајни се ензимите и муцилот кој ја подмачкува храната.

Најважен ензим во плунката е амилазата. Со помош на амилазата започнува разложувањето на скробот уште во устата. Плунката има и заштитна улога со тоа што го намалува бројот на бактерии и помага во одржување на оралната хигиена. Таа е важна и за

чувството за вкус, бидејќи без доволно плунка материите од храната не можат да ги надразнат рецепторите за вкус.

Најголемата количина од плунката е производ на лачењето на трите пара главни плункови жлезди. Тие се: *подвилични, подјазични и задушни жлезди* кои своите секрети со канали ги излачуваат во усната празнина.

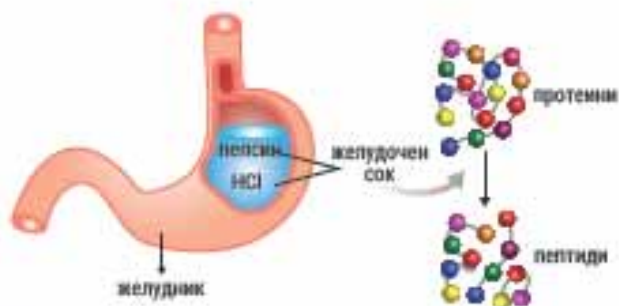
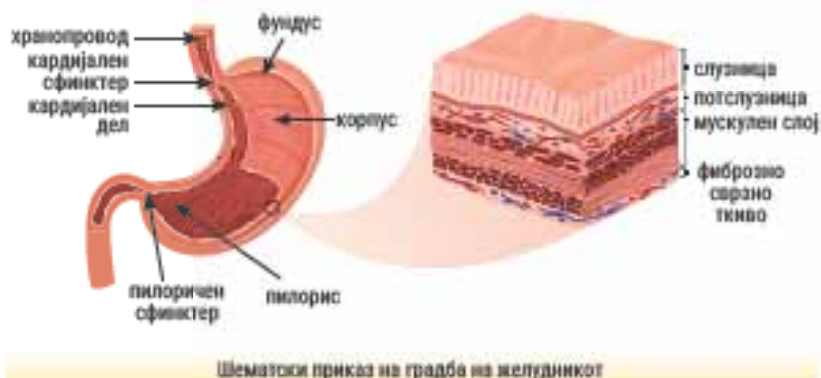
Голтникот, разговорно наречен грло, е дел и од дигестивниот и од респираторниот систем. Тој се наоѓа зад усната и носната празнина и над гркланот. По џвакањето и мешањето на храната со плунката се создава залак кој се пренесува во голтникот. Голтањето започнува свесно, а потоа продолжува како брза и несвесна рефлексна реакција. При голтањето, мекото непце и увулата (ресата) се подигаат и го затвораат преминот кон носната празнина, со што се спречува храната да навлезе во дишникот.

Проголтаната храна потоа се движи низ хранопроводот. **Хранопроводот** е мускулна цевка долга околу 25 cm, што се спојува со желудникот. Пред спојувањето со желудникот, хранопроводот поминува низ дијафрагмата.

Желудникот е шуплив, мускулест орган во горниот дел на стомачната празнина и има облик на буквата „J“. Составен е од *кардијален (влезен дел), фундус и корпус (средишен дел) и пилорис (излезен дел)*, кој продолжува во дванаесетпалечното црево. Сидот на желудникот има три слоја на мазни мускули кои овозможуваат мешање и дробење на храната. На влезот и излезот се наоѓаат кардијалниот и пилоричниот сфинктер, кои го регулираат движењето на храната. Слизницата на желудникот содржи жлезди што создаваат желудочен сок. Покрај желудочниот сок, во жлездите во видот на желудникот има и ендокрини клетки кои лачат хормони (гастрин и соматостатин).

Во текот на 24 часа, човекот лачи околу 1–1,5 литри желудочен сок. Тој е безбоен и силно кисел, а количината зависи од внесената храна. Најважна состојка на желудочниот сок е хлороводородната киселина (HCl), заедно со слуз (муцин) и дигестивни ензими. Хлороводородната киселина има повеќе важни улоги: овозможува активирање на ензимите, помага во разградување на храната и уништува многу микроорганизми, со што го штити организмот од инфекции.

Најзначаен ензим во желудочниот сок е пепсинот, кој се создава како неактивен



Главните компоненти на желудочниот сок – хлороводородна киселина и пепсин

пепсиноген и се активира во кисела средина. Пепсинот започнува со разградување на протеините на помали делови (пептиди). Кај децата е присутен и ензимот хемозин, кој го разградува казеинот, протеин во млекото, додека желудочната липаза учествува во многу мала мера во разградување на мастите.

Тенкото црево е најдолгиот дел од дигестивниот тракт и има мал пречник од околу 2,5 cm. Кај возрасен човек, неговата должина е приближно 6 m. Првиот дел е дванаесетпалечното црево (25–30 cm), потоа следуваат празно црево (2–2,5 m) и слабичко црево (3–3,5 m), кое се спојува со дебелото црево.

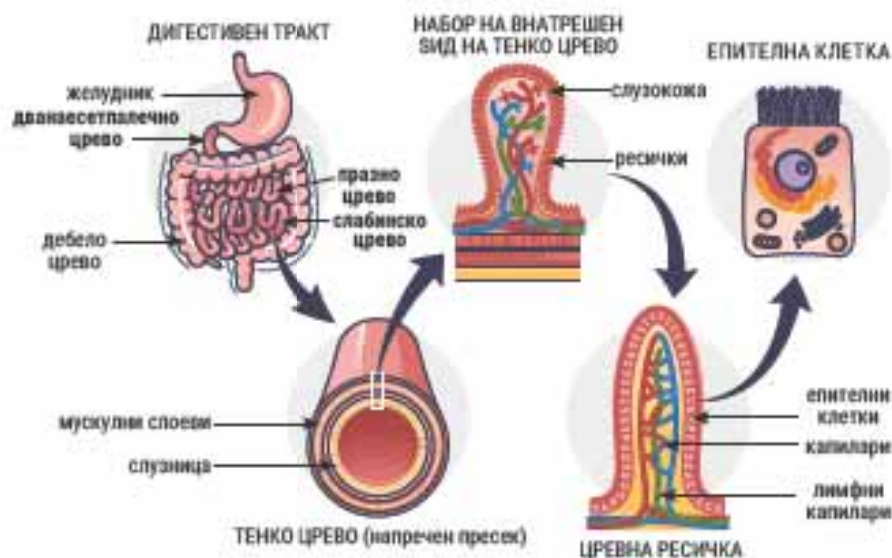
Внатрешната страна од видот на тенкото црево е покриена со цревни ресички – мали израстоци што го зголемуваат контактот со храната и помагаат во апсорпцијата на хранливите материи. Ресичките се покриени со еднослоен епител и содржат централно поставени капилари. Движењата на тенкото црево ја хомогенизираат храната и овозможуваат допир со слузницата, а со тоа и полесна апсорпција на хранливите материи.

Тенкото црево е најважниот дел од дигестивниот тракт, бидејќи таму се врши најголемата дигестија и апсорпција на храната. Јаглехидратите се разложуваат до моносахариди (на пример: скроб до глукоза), додека целулозата (растителни влакна) не се разградува. Мастите, по емулгирање со жолчните киселини, се разложуваат на глицерол и масни киселини, а протеините, претходно разложени во желудникот до пептиди, се дигестираат до аминокиселини.

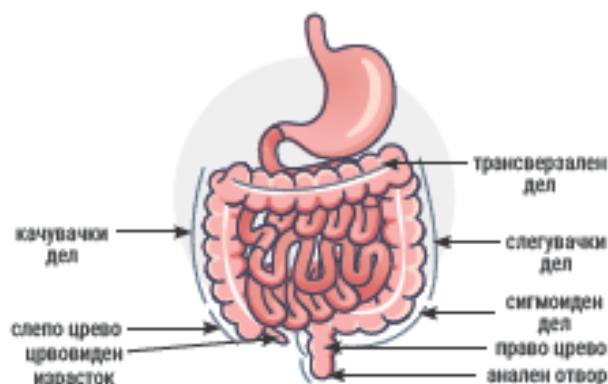
Клетките на тенкото црево создаваат цревен сок (околу 3 L дневно, pH ≈ 7,6) кој содржи ензими кои продолжуваат со разградувањето на храната. Тенкото црево исто така лачи хормони кои ги регулираат дигестијата, апсорпцијата, моториката, ситоста и лачењето на панкреасниот сок и жолчката.

Дебелото црево е долго околу 1,5 m и има пречник од околу 6,5 cm. Почнува од слепото црево во долниот десен дел на stomачната празнина, каде што се наоѓа и црвовидното продолжение (апендикс). Потоа следуваат качувачкиот, трансверзалниот, слегувачкиот и сигмоидниот дел, а завршува со **правото црево** (ректум) и анален отвор.

Слузницата на дебелото црево не создава ензими, туку слуз што ѝ помага на храната да се движи. Тука 90 % од хранливите материи веќе се



Шематски приказ на градба на тенкото црево



Шематски приказ на дебело црево

апсорбирани. Посебност на дебелото црево е присуството на корисна микрофлора која разградува несварени материи и создава витамини од групата B и витамин K. Антибиотиците можат да го намалат бројот на овие корисни бактерии, што доведува до хиповитаминоза.

Измет (фецес) е крајната материја што се исфрла од дебелото црево, составена од вода, нерастворена храна, бактерии и гасови, а празнењето се контролира со рефлексен центар во долниот дел на рбетниот мозок.

Активност

1. Дејство на амилазата врз скроб

Работете во помали групи. Во две епрувети ставете иситнето парче леб или компир (извор на скроб). Во првата епрувета додајте мала количина на плунка (извор на амилаза), а во втората, која служи како контролна проба, не додавајте плунка. Двете епрувети поставете ги во водна бања со млака вода за да се обезбеди оптимална температура за дејството на енаимот.

По неколку минути, во двете епрувети додајте јоден раствор и набљудувајте ги промените во бојата.

Кај примерокот со плунка не се појавува темносиво обојување, што покажува дека скробот е разграден под дејство на амилазата.

2. Патот на храната и нејзиното влијание врз телото и забите

Поделете се во мали групи или парови. Изработете инфографик на тема „Патот на храната низ човечкото тело“ на кој ќе го прикажете процесот од устата до тенкото црево. Означете ги органите на дигестивниот тракт и нивната улога, користејќи симболи (ензими како клучеви, желудник како миксер, тенко црево како мрежа) и сл. Посветете посебен дел од инфографикот на усната празнина и забите, каде што ќе прикажете како шеќерите и киселините од храната можат да го оштетат забниот емајл.

Секоја група нека го презентира својот инфографик, па заеднички дискутирајте зошто дигестијата започнува уште во устата и зошто здравата исхрана е важна за забите.

Прашања за повторување

1. Зошто е важно храната да се обработи во усната празнина?
2. Која е улогата на желудочната киселина, а која на плунката?
3. Зошто тенкото црево е најважно за апсорпција на хранливите материи?
4. Наведи ја функцијата на микрофлората во дебелото црево.

Интересна биологија

- Внатрешната површина на тенкото црево е прекриена со милиони мали израстоци наречени вили, кои ја зголемуваат површината за апсорпција. Ако се растегне целосно, таа би зафатила површина колку едно цело тениско игралиште.
- Желудочната киселина (хлороводородна киселина) е толку силна што може да разгради некои видови метали како што е цинкот. Желудникот има заштитен слој од слуз што спречува тој самиот да се дигестира.

2.4 Дигестија и апсорпција на храна

Потсети се!

- Кои се составните делови на протеините и мастите што се дел од храната?
- Дали по должината на дигестивниот тракт во некој негов дел се создаваат ензими за дигестија на мастите и протеините од храната до нивните мономери?

Процесот на **дигестија (варење)** на храната подразбира прво механичко ситнење, а потоа и хемиско разложување на хранливите продукти до едноставни материи што телото може да ги прими.

Во процесот на дигестија учествуваат и **дополнителните органи** преку своите производи што преку канали ги излучуваат во дигестивниот тракт.

Црниот дроб (хепар) е најголемата жлезда во човечкиот организам, со маса од околу 1,5 kg. Се наоѓа во горниот десен дел на stomaчната празнина, под дијафрагмата, а има црвенкасто-кафеава боја. Изграден е од два резена — десен (поголем) и лев (помал). Црниот дроб се снабдува со крв преку два крвни сада: црнодробна артерија, која носи крв богата со кислород и портна вена, која носи крв богата со хранливи материи апсорбирани од дигестивниот тракт.

Низ црниот дроб поминува голема количина крв што овозможува тој ефикасно да ги извршува своите бројни функции. Некои од најважните функции на црниот дроб се:

- складирање на глукоза во облик на гликоген;
- создавање плазмени протеини (албумин, фактори на коагулација);
- создавање уреа како краен производ од разградување на протеините;
- преработка на мастите и нивна распределба во организмот;
- создавање жолчка важна за варење на мастите;
- разградување на стари еритроцити и создавање жолчни бои;
- детоксикација на штетни материи (алкохол, лекови);
- складирање витамини и железо.

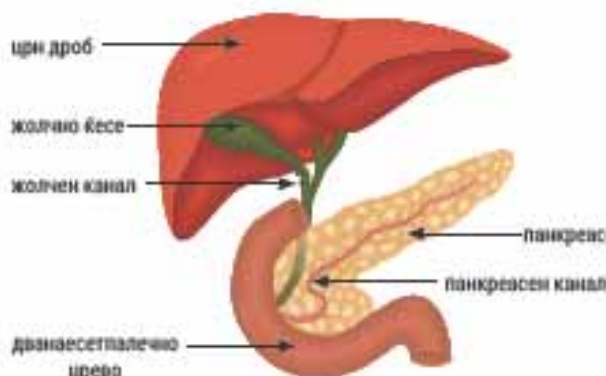
Поради големиот број функции, црниот дроб е еден од најважните органи за одржување во животот на човекот.

Основната улога на црниот дроб во дигестијата се остварува преку создавање на **жолчка**. Дел од жолчката директно се излучува во дванаесетпалечното црево, а дел се складира во жолчното кесе. Дневно се создаваат околу 500 – 1 000 mL жолчка. Иако потекнува од црниот дроб, жолчката што се складира во жолчното кесе е погуста и е различна по состав од онаа што директно се излучува во цревата. Лачењето на жолчката зависи од состојбата на организмот, количината на жолчните соли во крвта и дејството на хормонот секретин. Најважни состојки на жолчката се жолчните киселини и нивните соли, жолчните бои (билирубин и биливердин) и холестеролот.

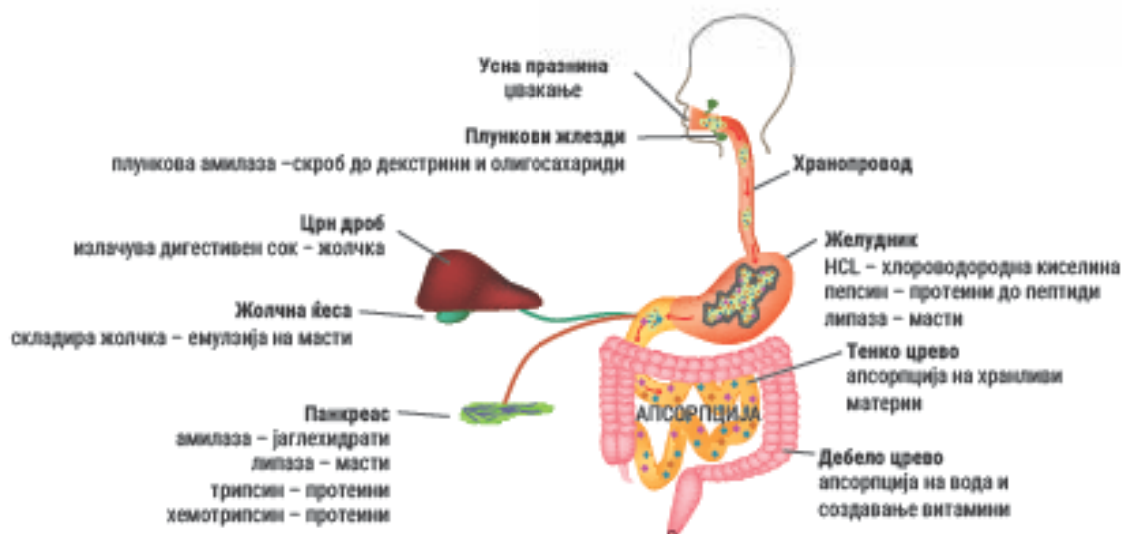
Жолчката нема ензими, но е неопходна за правилна дигестија и апсорпција на мастите.

Жолчното кесе е мал мускулест орган сместен на долната страна на црниот дроб. Во него се складира и згуснува жолчката која се создава во црниот дроб. Жолчката од црниот дроб, преку жолчните канали, доаѓа во жолчното кесе. Кога храната ќе пристигне во дванаесетпалечното црево, жолчното кесе се контрахира и ја истиснува жолчката во дванаесетпалечното црево, каде што помага во варењето на мастите.

Панкреасот (поджелудочната жлезда) е долга жлезда која се протега од дванаесетпалечното црево до слезината. Панкреасот создава панкреасен сок богат со ензими што активно учествуваат во процесите на дигестија на хранливите материји. Дневното количество на панкреасниот сок е променливо и изнесува од 800 – 1 500 mL за 24 часа. Тој е безбоен, со pH околу 8,0. Во него има дигестивни ензими што ги разградуваат јаглехидратите, мастите, протеините и нуклеинските киселини. Така, *амилазата* го разградува скробот до малтоза која со цревната малтаза се разградува до глюкоза, *панкреасната липаза* (активирана со помош на жолчката) ги разградува мастите. Протеините се разградуваат со протеолитички ензими кои во панкреасниот сок се во вид на проензими *трипсиноген* и *химо-трипсиноген*. Овие проензими се неактивни, а се активираат под дејство на ензим што се наоѓа во клетките од сидот на дванаесетпалечното црево (ентерокиназа). Панкреасот создава и ензими што ги разложуваат нуклеинските киселини.



Поврзаност на црниот дроб и панкреасот со дванаесетпалечното црево



Деловите од гастроинтестиналниот тракт со места на дигестија

Движењето на храната и работата на органите во дигестивниот тракт се прецизно контролирани. Ако храната се движи пребавно или пребрзо, дигестијата може да биде неефикасна, а организмот да не ги искористи правилно хранливите материји. Контролата на дигестијата е нервна и хормонална. Нервните завршетоци во сидот на дигестивните органи се под влијание на автономниот нервен систем.

Дигестивниот систем има и сопствена нервна мрежа, наречена ентерален (цревен) нервен систем, кој ја контролира перисталтиката, секрецијата и протокот на крв и затоа често се нарекува „втор мозок“.

Во регулирањето учествуваат и хормони. *Гастринот* ја поттикнува работата на желудникот, а *секретинот* и *холецистокининот* го стимулираат лачењето на панкреасен сок, жолчка и црнодробни секрети, а го забавуваат празнењето на желудникот.

Гладот е потреба за храна и е регулиран од центри во хипоталамусот. Тој се намалува со внесување храна и полнење на желудникот. Апетитот е желба за одредена храна и може да постои и кога организмот нема вистинска потреба од храна.

АПСОРПЦИЈА НА ХРАНЛИВИТЕ МАТЕРИИ

По дигестијата, хранливите материи преминуваат од дигестивниот систем во крвта преку процес наречен **апсорпција (впивање)**.

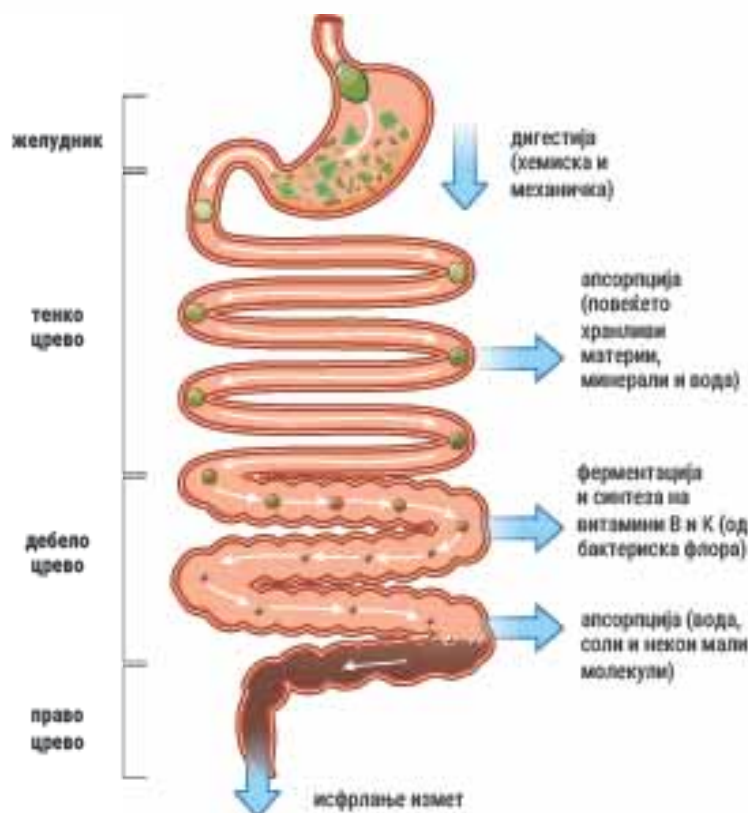
Во текот на процесот на дигестијата, по должината на дигестивниот тракт, неорганските и органските делови на храната добиваат погоден физичко-хемиски облик за да бидат апсорбирани во организмот. Физиолошки гледано, апсорпцијата на хранливите материи претставува процес во кој материите поминуваат низ епителот на цревната слузокожа во внатрешната средина, односно крвта и лимфата.

Во усната празнина, гортникот и хранопроводот речиси и да нема апсорпција, освен на некои лекови и отрови. Во желудникот апсорпцијата е многу слаба и се однесува главно на вода, алкохол и некои растворливи материи.

Најголемиот дел од апсорпцијата се одвива во тенкото црево, каде што слузокожата е силно набрана и има многу цревни ресички, со што се зголемува апсорптивната површина. Цревните ресички ја помагаат апсорпцијата со тоа што непрекинато се движат.

Во дебелото црево главно се апсорбираат вода, соли и некои мали молекули, но не и масти и протеини.

Најголемиот дел од водата се апсорбира во тенкото црево. Од вкупно околу 8–9 литри вода дневно што влегуваат во дигестивниот тракт, само 300–400 mL се апсорбираат во дебелото црево. Минералните соли како натриум, калиум и калциум најмногу се апсорбираат во тенкото црево. Железото главно се апсорбира во дванаесетпалечното црево, и тоа во феро (Fe^{2+}) облик, а потоа се пренесува со крвта до црниот дроб, слезината и коскената срцевина, каде што учествува во создавањето на хемоглобин. Јаглевидратите се апсорбираат само како моносахариди, најмногу во почетниот дел на тенкото црево. Масите се апсорбираат со помош на жолчката и се пренесуваат преку лимфниот систем. Заедно со масите се апсорбираат и витамините растворливи во



Процеси на обработка на храната долж дигестивниот тракт

масти (А, D, Е и К). Аминокиселините се апсорбираат во тенкото црево и преку крвта се носат до клетките на организмот.

Моносахаридите, аминокиселините, водата и минералите директно се апсорбираат во крвта, додека масните киселини и витамините растворливи во масти (А, D, Е и К) најпрво се апсорбираат од лимфниот систем. Преку порталниот крвоток, апсорбираните хранливи материи најнапред стигнуваат до црниот дроб каде што се обработуваат, се складираат или се распределуваат. Потоа со крвта се пренесуваат до сите клетки во организмот.



Покрај дигестијата и апсорпцијата, дигестивниот систем има и улога во отстранување на недигестираните делови од храната. Благодарение на овие функции, организмот може правилно да функционира и да го одржува здравјето.

ПРАВИЛНА ИСХРАНА И ПРЕВЕНТИВНИ МЕРКИ ЗА ЗДРАВ ДИГЕСТИВЕН СИСТЕМ

Правилната и балансирана исхрана е неразделно поврзана со здрав и функционален дигестивен систем што претставува основа за целокупното здравје на човекот.

Храната што ја внесуваме не служи само како извор на енергија, туку директно влијае врз работата на сите органи кои учествуваат во варењето – од устата, преку желудникот и цревата, до црниот дроб и панкреасот. Кога исхраната е **разновидна** и богата со природни намирници, дигестивниот систем работи полесно, поефикасно и без непотребен напор. Консумирањето овошје, зеленчук, житарки, млечни производи, месо, риба, јаткасти плодови и доволно вода му овозможува на организмот правилно да функционира, да создава енергија и да ги гради ткивата. Долготрајниот недостаток на одредени хранливи материи може да доведе до здравствени проблеми како анемија, слаб имунитет, замор и нарушен раст и развој.

Јаглехидратите, масните и протеините, како главни хранливи материи, мора да бидат внесени во **правилен однос**. Се препорачува најголем дел од дневната енергија да потекнува од јаглехидрати (околу 55 – 60 %), и тоа од интегрални житарки, зеленчук и овошје. Масните треба да учествуваат со приближно 25 – 30 % од вкупниот енергетски внес и тоа да се избираат незаситени масти. Протеините треба да се застапени со околу 10 – 15 %. Ваквата распределба овозможува **балансирана исхрана** и правилно функционирање на организмот.

Потребната дневна количина на храна зависи од возраста, полот, телесната маса и нивото на физичка активност на човекот.

Прекумерната или неправилна исхрана (богата со брза храна, шеќери, заситени масти) може да ги оптовари желудникот и цревата, да го забави варењето или да предизвика надуеност, киселини, болка или запек. Наспроти тоа, доволниот внес на растителни влакна (од овошје, зеленчук и житарици) ја поттикнува работата на дебелото црево, го подобрува движењето на храната низ цревата и ја намалува веројатноста од дигестивни проблеми.

Доволен внес на вода игра еднакво важна улога, бидејќи водата овозможува растворање, движење и апсорпција на хранливите материи, а истовремено помага во елиминација на штетните материи.

Витамините и минералите, како витамин В-комплекс, витамин С, калциум и магнезиум и други, учествуваат во работата на дигестивните ензими и мускулните контракции на цревата. Кога човек се храни здраво и редовно, дигестивниот систем останува во добра состојба, ефикасно ја обработува храната и обезбедува континуирана енергија, раст и заштита на организмот. Од друга страна, долготрајната нездрава исхрана може да доведе до хронични проблеми како гастритис, нарушена апсорпција на хранливи материи и заболувања на црниот дроб и панкреасот.

Долготрајната нездрава исхрана има значајно негативно влијание врз здравјето на забите, особено кај младите. Честата консумација на храна богата со шеќери, слатки, газирани пијалаци и грицки доведува до создавање киселини во усната празнина. Овие киселини го оштетуваат забниот емајл и придонесуваат за појава на забен кариес. Недоволниот внес на калциум, фосфор и витамин D го ослабува емајлот и ја намалува отпорноста на забите. Нездравата исхрана може да доведе и до воспаление на непцата, што предизвикува крвавење и непријатен здив. Кај младите, ваквите оштетувања често се влошуваат поради нередовно миене на забите. Со тек на време, кариесот може да предизвика болка, инфекции и губење на забите. Здравата и разновидна исхрана, заедно со правилна орална хигиена, е клучна за зачувување на здрави и силни заби.

Телесната маса на човекот зависи од рамнотежата помеѓу внесувањето на храна и трошењето на енергија. Ако се внесува повеќе храна отколку што се троши, вишокот се складира во организмот, најчесто во форма на масти, а ако внесот е помал – телесната маса се намалува.

Кога желудникот е празен, се лачи хормонот грелин кој го зголемува чувството на глад. Кога организмот има доволно енергија, масното ткиво лачи лептин кој го намалува апетитот. Со помош на овие механизми, организмот се стреми да одржи стабилна телесна маса и енергетска рамнотежа.



Активност

1. Мојот дигестивен систем за еден ден

Направи список на храната што ја внесуваш во телото во еден ден. За секој оброк кратко наведи низ кои органи поминува храната, кои органи учествуваат во дигестијата (во зависност од составот на храната) и кои процеси се одвиваат. Презентирајте сите пред соучениците и дискутирајте како која храна се дигестира и апсорбира во организмот.

2. Истражување за дејството на ензими

Поделете се во групи и изработете визуелна презентација за дигестивните ензими (амилаза, пепсин, липаза и др.). Опфатете информации за тоа каде во дигестивниот систем се создаваат или активираат, какви материји разградуваат и до кои материји.

3. Влијание на здрава и нездрава исхрана врз организмот

Поделете се во групи од 5 ученици. Еден ученик од групата треба да состави две дневни менија: едно со здрава исхрана и едно со нездрава (многу шеќери и газирани пијалаци). Другите ученици од групата анализирајте како храната се вари во дигестивниот тракт, каков е нејзиниот ефект врз апсорпцијата на хранливи материји, и какво влијание има врз забите. Прикажете ги резултатите во кратка табела или на постер. На крај, заеднички извлечете заклучок зошто долготрајната нездрава исхрана може да доведе до проблеми со варењето и расипување на забите.

Прашања за повторување

1. Наведи ја функцијата на црниот дроб и панкреасот во процесот на варење.
2. Кои ензими и како ја започнуваат дигестијата на липидите од храната?
3. Зошто црниот дроб има толку значајна улога за организмот на човекот?
4. Наведи три навики кои придонесуваат за здрав дигестивен систем.
5. Како правилната исхрана може да помогне во спречување на дигестивни заболувања?

Интересна биологија

- Процесот на дигестија започнува уште пред да го каснеме првото залаче. Само гледањето или мирисот на храна му испраќа сигнал на мозокот да лачи плунка и дигестивни сокови за да се подготви „теренот“ за дигестија.
- Апсорпција може да настане и низ кожата, слузокожата на другите органи, мускулите итн. На таков начин можат да се апсорбираат некои отрови, лекарства или други активни материји. Процесот на апсорпција на материите надвор од дигестивниот тракт се вика парентерална апсорпција.

2.5 Состав на крвта и лимфата

Потсети се!

- Што се случува со хранливите материи откако тие ќе бидат апсорбирани во дигестивниот тракт?
- Зошто во храната треба да има железо, а зошто витамин C?
- Каква функција има крвоносниот систем?

Хранливите материи апсорбирани во дигестивниот систем, како и кислородот добиен при размената на гасовите во белите дробови треба да се транспортираат до клетките низ целото тело. Од друга страна, отпадните продукти кои се создаваат во клетките мора да се однесат до респираторниот и уринарниот систем за да се отстранат од телото. Овие сложени задачи се одговорност на посебни органи организирани во крвоносен и лимфен систем.

Крв е густа и вискозна течност со црвена боја која постојано циркулира низ човечкото тело. Количеството на крв зависи од телесната маса на човекот, а кај возрасен човек со телесна маса од околу 70 kg приближно има околу 5 литри крв, што е околу 8 % од телесната маса.

Движењето на крвта е овозможено со постојаната работа на срцето, кое ја пумпа крвта низ целиот организам. Благодарение на оваа циркулација, крвта доаѓа во контакт со сите органи, ткива и клетки.

Низ сидовите на капиларите, дел од крвната плазма и растворените материи (кислород и хранливите материи) од крвта минуваат во просторот меѓу клетките. Таа течност се нарекува **ткивна (интерстициелна) течност** и им овозможува на клетките да ги добијат потребните материи и да ги предадат отпадните продукти. Најголем дел од ткивната течност повторно се враќа во крвотокот. Мал дел од ткивната течност не се враќа директно во крвните садови, туку влегува во лимфните капилари кои имаат слепи почетоци. Ваквата течност се нарекува **лимфа**. **Лимфата** по состав е слична на крвната плазма, но содржи само бели крвни клетки. Таа се движи низ лимфниот систем и на крај повторно се враќа во крвотокот. **Лимфниот систем** има важна улога во одржување на рамнотежата на течностите во телото и во заштитата на организмот.

Крвта има повеќе **функции** што можат да се групираат во: транспортни, регулациски и заштитни.

- Крвта **транспортира** кислород од белите дробови до сите клетки во телото. Истовремено, јаглерод диоксидот кој настанува при работата на клетките се пренесува со крвта до белите дробови и се исфрла при издишување. Крвта ги пренесува и хранливите материи, витамините, солите и лековите, кои се апсорбираат од дигестивниот систем и се носат, прво до црниот дроб, а потоа до сите делови на организмот. Хормоните кои се создаваат во ендокрините жлезди се излучуваат директно во крвта и со неа стигнуваат до органите на кои дејствуваат.
- Крвта учествува во **регулација** на телесните течности. Таа помага во регулирањето на pH-вредноста на организмот, како и во одржувањето на водната рамнотежа. Преку циркулацијата, крвта учествува и во регулирањето на телесната температура.
- Крвта содржи бели крвни клетки кои го **заштити** организмот од бактерии, вируси и други штетни микроорганизми. Во крвта се наоѓаат и антитела кои помагаат во одбраната од болести, освен тоа, крвта има способност за згрутчување со што се спречува прекумерно губење на крв при повреди.

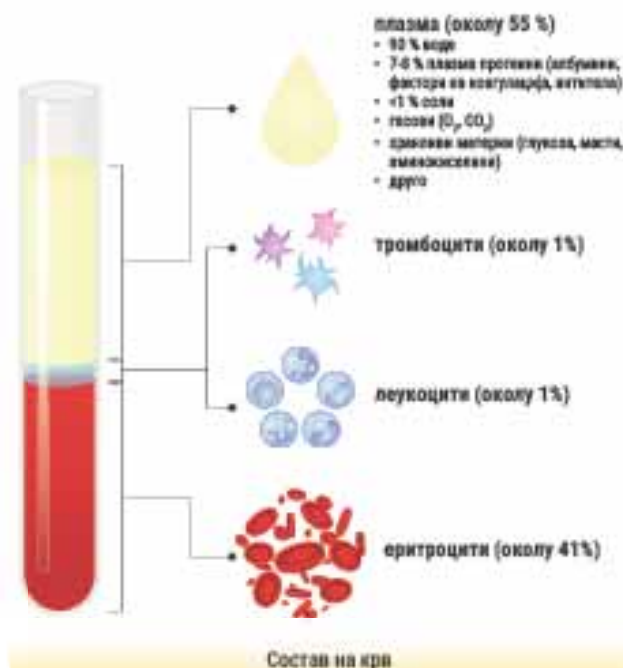
Крвта претставува течно сврзливо ткиво составено од **крвни формативни елементи** (клетки и делови од клетки) и **крвна плазма**. Формативните елементи се наоѓаат суспендирани во плазмата и

постојано се движат низ организмот низ крвните садови. Повеќе од половина од вкупниот волумен на крвта (околу 55 %) се состои од крвна плазма. Останатите 45 % се крвните елементи што ја прави крвта околу петпати повискозна од водата.

Крвната плазма е течниот дел од крвта и се состои од околу 90 % вода, а останатите 10 % се различни растворени материи. Преку плазмата се пренесуваат хранливи материи, гасови, хормони и отпадни производи.

По водата, најзастапени материи во плазмата се **протеините**. Најважни протеини се албумините кои го одржува осмотскиот притисок, факторите за коагулација што учествуваат во згрутчување на крвта, антителата кои учествуваат во одбраната од инфекции.

Во плазмата се наоѓаат и хранливи материи како што се глюкоза, аминокиселини и мал процент масти. Од минералните материи најважен е натриумот кој има улога во регулирањето на осмотскиот притисок и ацидобазната рамнотежа. Калиумот учествува во работата на нервите и мускулите, калциумот е важен за коагулацијата на крвта и активноста на ензимите, а магнезиумот ја регулира нервно-мускулната раздрозливост. Железото во плазмата е врзано за протеинот трансферин. Во плазмата се присутни и витамини, хормони, лекови и крајни производи на метаболизмот.



Формативните елементи се поделени на:

- **еритроцити** (*erythro* – црвен) – се црвени крвни елементи,
- **леукоцитите** (*leuco* – бело) – се бели крвни клетки и
- **тромбоцити** или крвни плочки кои се делови од клетки.

Еритроцитите се крвни елементи со биконкавен облик. Тие немаат јадро, поради што не се сметаат за вистински клетки. Нивниот специфичен облик овозможува полесно пренесување на гасови. Во 1 mm^3 ($1\text{ }\mu\text{L}$) крв има приближно 4–5 милиони еритроцити, но нивниот број може да се менува. Така, при престој на големи надморски височини бројот на еритроцити се зголемува, а при крвавења или одредени болести се намалува што се нарекува **анемија**.

Еритроцитите се изградени од клеточна мембрана, хемоглобин и строма. Мембраната е пропустлива за вода и реагира на осмотските услови – во хипотонична средина клетките набабруваат, а во хипертонична се собираат. Оштетувањето на мембраната и излегувањето на хемоглобинот се нарекува **хемолiza**.



Различен изглед на еритроцити во средини со различен осмотски притисок

Најважната состојка на еритроцитите е хемоглобинот кој сочинува најголем дел од нивната сува маса. Во крвта на здравите луѓе има од 140 до 170 g хемоглобин во литар крв. Хемоглобинот е сложен протеин изграден од глобин и хем во чиј центар има железо. Со врзување на кислородот се создава оксихемоглобин, а со јаглерод диоксидот, карбаминохемоглобин.



Шематски приказ на градба на хемоглобин

Незаменлива физиолошка функција на хемоглобинот во човечкиот организам е пренесувањето на кислородот од белите дробови до ткивата и на јаглерод диоксидот од ткивата до белите дробови, а има и пуферски својства.

Леукоцити се бели крвни клетки со неправилен облик и способност за амебовидно движење. На микроскопски препарат имаат тркалезен облик со различен облик на јадрото. Во 1 mm³ крв има околу 6 000-8 000 леукоцити, а нивниот број може малку да се зголеми по јадење, физички напор или за време на менструалниот циклус. За разлика од ова, при различни заболувања бројот на леукоцитите значително се менува.

Леукоцитите имаат важна улога во одбраната на организмот и поседуваат неколку значајни својства. Тие можат да минуваат низ ѕидовите на крвните садови. Се движат амебовидно и на тој начин можат активно да стигнат до местото на инфекција или воспаление. Под влијание на одредени хемиски материи, леукоцитите се движат кон оштетеното ткиво или микроорганизмите, појава наречена хемотаксија. Најважна одбранбена способност на леукоцитите е фагоцитоза – процес при кој тие ги опкружуваат, ги внесуваат во себе и ги разградуваат штетните микроорганизми како што се бактериите. На тој начин леукоцитите го штитат организмот од инфекции.



Процес на фагоцитоза кај леукоцити

Според присуството на гранули во цитоплазмата и начинот на боење, леукоцитите се делат на гранулоцити и агранулоцити. Во групата на **гранулоцити** спаѓаат неутрофилите, еозинофилите и базофилите, а во **агранулоцити** – моноцитите и лимфоцитите.

Неутрофилите се најбројни леукоцити и имаат јадро поделено на повеќе сегменти. Тие



Видови леукоцити

имаат силна фагоцитарна способност и се првите клетки што пристигнуваат на местото на инфекција. **Еозинофилите** учествуваат во алергиски реакции, воспаленија и во борбата против паразити. **Базофилите** имаат улога поврзана со алергиски и воспалителни реакции.

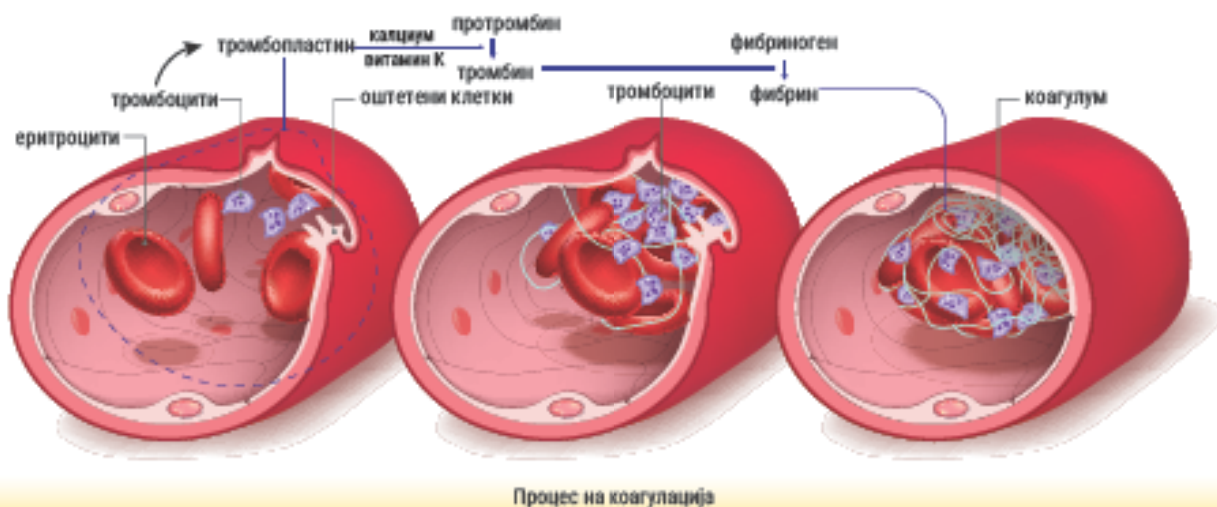
Во групата на агранулоцити спаѓаат **моноцитите** кои се најголемите леукоцити. Тие излегуваат од крвта и се вгнездуваат во одредени ткива каде што созреваат во големи клетки наречени макрофаги со изразена фагоцитарна способност. **Лимфоцитите** се делат на Т- и Б-лимфоцити и имаат клучна улога во имунитетот. Т-лимфоцитите го регулираат имунолошкиот одговор, а Б-лимфоцитите создаваат антитела кои се важни за хуморалниот имунитет.

Тромбоцитите или крвните плочки се најситните формативни елементи. Тие немаат јадро, имаат топчест облик, а бројот на тромбоцитите во крвта на човекот се движи од 150 000 до 450 000 на 1 mm^3 .

Тромбоцитите во својот состав имаат голем број на ензими и биолошки активни материи од кои најважни се оние што учествуваат во хемостазата и коагулацијата на крвта. **Хемостаза** е процес кој ја зачувува непропустливоста на крвните садови и спречува големо губење крв. Тој вклучува три основни реакции: затворање на здрави крвни садови, реакција на крвните садови при повреда и биохемиски процеси во крвта (коагулација).

Коагулацијата се одвива во четири фази:

1. Активирање на тромбопластинот – тромбоцитите се распаѓаат и ослободуваат ензим (тромбопластин) кој е активен само во присуство на калциум и витамин К.
2. Преобразување на протромбинот во тромбин – тромбопластинот го активира протромбинот кој се преобразува во тромбин и помага во следната фаза.
3. Преобразување на фибриногенот во фибрин – тромбинот го претвора фибриногенот во фибрин кој создава мрежа и формира крвен колач (коагулум).
4. Промени во крвниот колач:
 - ретракција – тромбоцитите ослободуваат ензим со кој крвниот колач се разградува и се стега.
 - фибринолиза – со ензимот плазмин се разградува фибринот во коагулумот и на тоа место настанува лузна.



Еритроцитите, тромбоцитите и повеќето леукоцити се создаваат во црвената коскена срцевина. Кај возрасните луѓе таа се наоѓа на краевите на долгите коски и во плоскостите коски (череп, градна коска, ребра, пршлени). Прекурсорите на крвните клетки се наречени матични (стем) клетки или хемоцитобласти.

Животниот век на различните видови крвни клетки е многу различен. На пример, по излегувањето од коскената срцевина, еритроцитите циркулираат низ крвотокот приближно 120 дена. Леукоцитите можат да преживеат во крвта само 6 до 8 часа. Меѓутоа, тие можат да навлезат во ткивата каде што преживуваат повеќе денови, месеци или години. Крвните плочки имаат животен век од околу 10 дена.



Активност

1. Играње улоги

Поделете се во 4 групи и секоја група ќе добие улога: еритроцити, леукоцити, тромбоцити или плазма. Секоја група треба да презентира (на хартија или усно) што „прави“ нивната компонента и да објасни што пренесува, каде дејствува и што би се случило ако ја нема.

2. Крвта под микроскоп

Направете групи од по 2-3 ученици и под микроскоп набљудувајте примерок од крв. Обидете се да ги идентификувате еритроцити и леукоцитите. Забележете го нивниот сооднос.

Прашања за повторување

1. Што е крвта и кои се нејзините основни составни делови?
2. Наведи ја функцијата на еритроцитите, леукоцитите и тромбоцитите.
3. Која е улогата на ензимите што учествуваат во процесот на коагулација на крвта?
4. Каде се создаваат сите формативни елементи?

Интересна биологија

- Во текот на различните фази од човечкиот живот се јавуваат седум типови на хемоглобин: Hb Gower 1, Hb Gower 2, Hb Portland, два облици на Hb F, Hb A и Hb A2.
- Човечката крв не е секогаш црвена. Понекогаш таа може да изгледа зеленкава или кафеаво-сина. Зелената боја се јавува кога хемоглобинот се претвора во сулфхемоглобин најчесто поради некои лекови или токсични материи. Кафеаво-сина боја се јавува при состојба наречена метхемоглобинимија кога хемоглобинот не може правилно да пренесува кислород.

2.6 Градба и функција на срцето и крвните садови

Потсети се!

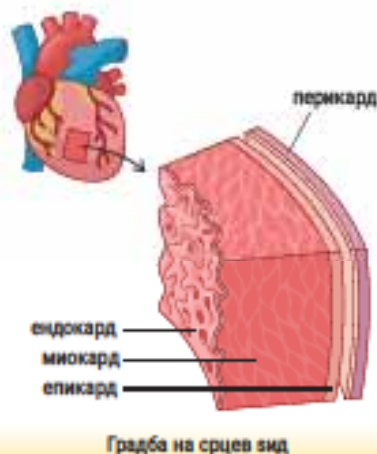
- Низ кои делови од телото се движи крвта?
- Каква функција има моторот во автомобилот?
- Од кои делови се состои срцето?

СРЦЕ

Срцето е главниот „мотор“ што ја движи крвта низ организмот. Тоа е мускулист и шуплив орган сместен во градната празнина меѓу белите дробови. Со своите ритмички стегања, срцето ја потиснува крвта низ крвните садови.

Сидовите на срцето се составени од три слоја различни ткива:

- **Ендокард** (внатрешен слој) е многу тенок, мазен слој на клетки што се слични на сквамозен епител што го обвива срцето од неговата внатрешна страна.
- **Миокард** (среден слој) го сочинуваат мускулите на срцето. Мускулниот сид на срцето е составен од мускули со специјална градба – по градба се напречно пругасти (како скелетните), но работат без наша волја (по што се слични на мазните мускули).
- **Епикард** (надворешен слој) е многу тенок и создава фиброзно кесе што го обвива срцето. Оваа мембрана учествува во создавањето на околусрцевата обвивка наречена **перикард**.

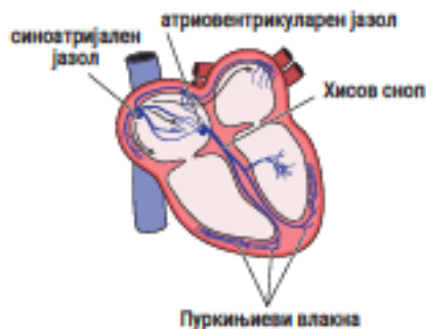


Градба на срцев сид

Срцевите мускулни клетки наречени **кардиомиоцити** се разликуваат од скелетните мускулни клетки. Тие се поврзани со специјални врски наречени **интеркаларни дискови**. Во нив се наоѓаат канали низ кои брзо се пренесуваат електрични импулси. Благодарение на ова, срцевиот мускул работи како една целина и се контрахира синхронизирано. Во срцето на човекот има посебни збирови на кардиомиоцити наречени **нервно-мускулни јазли** што можат самостојно да создаваат електрични импулси.

Срцевиот мускул работи постојано и троши повеќе кислород од кој било друг орган. За негова работа се неопходни јоните на натриум, калиум и калциум. Срцето реагира по принципот „сè или ништо“ – ако дразбата е доволно силна, контракцијата е максимална. За време на контракција, срцевиот мускул не може повторно да се надразни.

Миокардот има сопствени крвни садови – десна и лева коронарна артерија – кои го снабдуваат со кислород и хранливи материи. Венската крв од срцевиот мускул се собира во коронарниот синус и се враќа во десната преткомора.



Нервно-мускулни јазли во миокардот

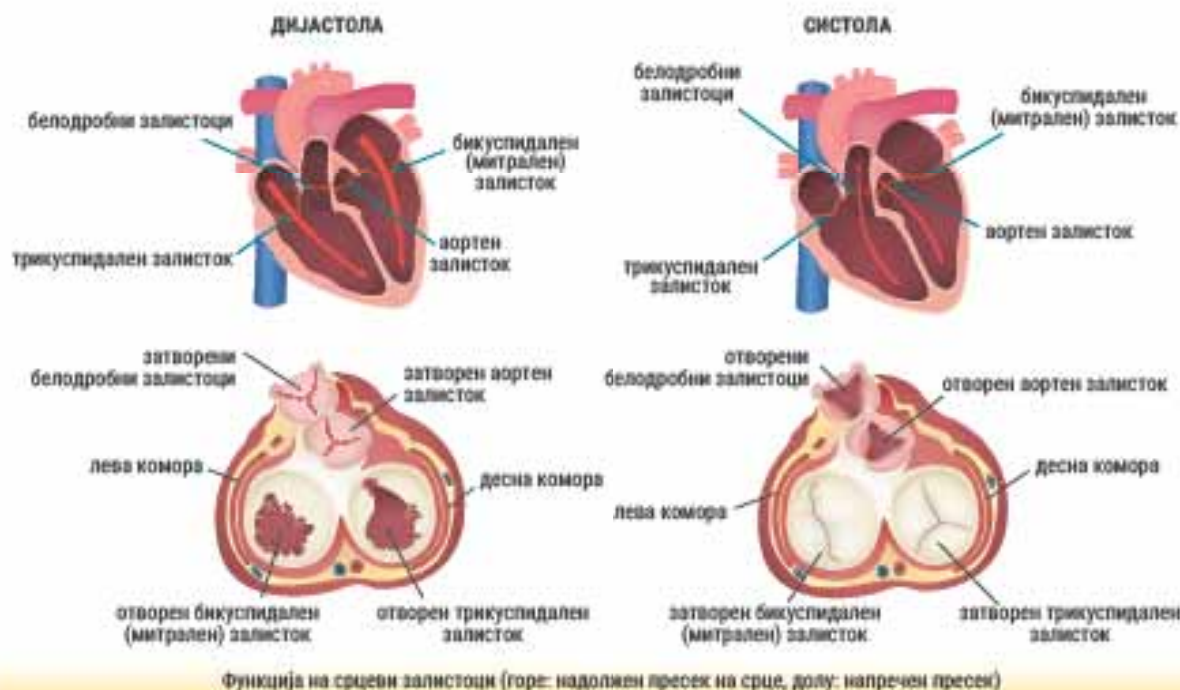
Внатрешна градба на срцето

Срцето на човекот е поделено на десна и лева половина кои се целосно одвоени со преграда. Десната половина пумпа крв сиромашна со кислород кон белите дробови преку малиот (белодробен) крвоток, додека левата половина пумпа крв богата со кислород низ целиот организам преку големиот (системски) крвоток.

Секоја половина на срцето има по две празнини: **преткомора (атриум)** која ја прима крвта и **комора (вентрикула)** која ја испумпува крвта.

- Десната преткомора ја прима венската крв од телото, а десната комора ја пумпа кон белите дробови.
- Левата преткомора ја прима крвта богата со кислород од белите дробови, а левата комора (со најдебели ѕидови) ја пумпа крвта до сите делови на организмот.

Помеѓу преткоморите и коморите и на излезот од коморите се наоѓаат срцеви залистоци кои овозможуваат крвта да се движи само во една насока. Десниот атриовентрикуларен залисток е изграден од три листа (трикуспидален), а левиот е изграден од два листа (бикуспидален, митрален). На излезот од десната комора се наоѓаат белодробните залистоци, а на излезот од левата комора аортните залистоци кои спречуваат враќање на крвта во срцето.



Десната и левата страна на срцето се одделени една од друга, но тие работат заедно. Движењето на крвта низ срцето се овозможува со контракции на срцевиот мускул. Фазата на контрахирање на срцето се нарекува **систола**, а фазата на одмор – **дијастола**. Прво се контрахираат преткоморите, а потоа коморите. Контракцијата на видовите на преткоморите е целосна и трае до почетокот на контракцијата на коморите. Овој редослед на собирање и одмор се нарекува **срцев циклус**.

Срцето има голема резерва на работа, што значи дека кога организмот има зголемена потреба, тоа може да работи посилно. Во мирување, срцето чука околу 75 пати во минута и со секој удар испумпува приближно 70 mL крв, односно околу 5 литри крв во една минута. При физичка активност, оваа количина значително се зголемува. При работата на срцето се создаваат **срцеви тонови** кои можат да се слушнат со стетоскоп.

Кога срцето чука побавно од 60 удари во минута, состојбата се нарекува брадикардија, а кога чука побрзо од 100 удари во минута – тахикардија. Понекогаш може да се јави и аритмија, односно неправилен ритам што може да се појави и кај здрави луѓе, на пример под дејство на стрес, кофеин или никотин.

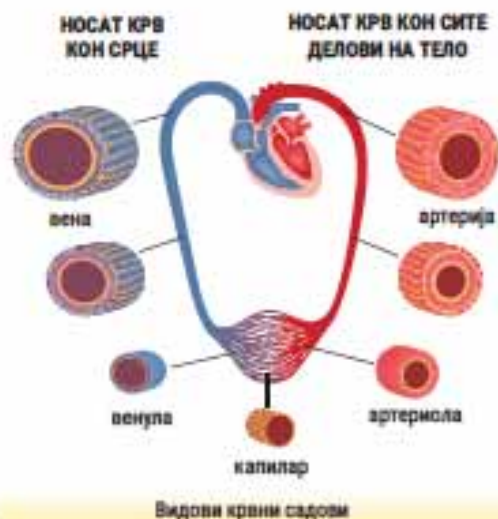
КРВНИ САДОВИ

Крвните садови што ја изнесуваат крвта од срцето се нарекуваат **артерии**. Тие понатаму се разгрануваат и формираат помали делови што навлегуваат во секој орган од телото. Најмалите гранки од артериско потекло се **артериолите**. Крвта од артериолите влегува во **капиларите** што се најситни крвни садови каде што се врши размена на гасови и хранливи материи меѓу крвта и клетките. По поминувањето низ капиларите, крвта се собира во **венули** кои водат кон поголеми садови наречени **вени**. Вените ја враќаат крвта од ткивата кон срцето.

Сидот на артериите е составен од три слоја: внатрешен ендотел, среден слој со мазни мускули и еластично ткиво и надворешен сврзанопотпорен слој. Аортата (главната артерија што изнесува крв од срцето) има дебел и цврст сид бидејќи во неа се внесува крв под најголем притисок. Вените имаат потенок сид од артериите и низ нив крвта тече под помал притисок. Многу вени, особено во екстремитетите, имаат залистоци кои спречуваат враќање на крвта назад и овозможуваат движење само кон срцето. Ваквите залистоци (клапи) се многубројни во вените на нозете.

Крвните садови, особено артериите, се еластични и можат да го менуваат својот пречник. Ова се должи на присуството на мазни мускулни клетки во нивниот сид. Стеснувањето на крвните садови се нарекува **вазоконстрикција**, а проширувањето – **вазодилатација**.

Капиларите се најситните крвни садови. Нивниот сид е многу тенок и изграден од еден слој клетки, со мали пори низ кои се врши размена на материи меѓу крвта и клетките. Сите клетки во организмот се опкружени со интерстицијална течност којашто содржи вода, кислород и хранливи материи што доаѓаат од крвта. Овие материи поминуваат од капиларите со процес наречен **дифузија**. Во спротивна насока се движат јаглерод диоксидот и отпадните материи што се создаваат во клетките. Тие преминуваат во капиларите и со крвта се носат до органите за исфрлање.



ПУЛС И КРВЕН ПРИТИСОК

Срцето нормално испумпува крв 70 – 80 пати во минута. Со секоја контракција се создава бран на притисок што се шири низ артериите и тој се нарекува **пулс**. Пулсот може да се почувствува на места каде што артериите се блиску до површината на телото како на рачниот зглоб, на вратот или на стапалото.

Крвниот притисок е силата со која крвта притиска на сидовите на крвните садови. Тој зависи од работата на срцето, од волуменот на крвта и од ширината на крвните садови. Кај здрава возрасна личност тој вообичаено изнесува околу 120/80 mmHg (живин столб), каде што првиот број го означува притисокот при отчукување на срцето (систолен), а вториот при негово мирување (дијастолен).

Ако садовите се стеснети, притисокот се зголемува и обратно – ако се проширени, притисокот се намалува. Количеството вода и сол во организмот има големо влијание на крвниот притисок. При внесување повеќе течности и сол, се зголемува волуменот на крвата, па расте и крвниот притисок. На крвниот притисок влијаат и хормоните и други материи.

Работата на срцето и крвниот притисок се регулираат од центри во централниот нервен систем. Најважните центри се сместени во *продолжениот мозок и понсот* каде што се наоѓа вазомоторниот центар што ја контролира работата на срцето и ширината на крвните садови. Центарот за дишење исто така влијае на крвниот притисок.

Во *рбетниот мозок* се наоѓа спиналниот вазомоторен центар. Во нормални услови тој е под контрола на повисоките центри и речиси не дејствува самостојно, но може кратко време да функционира ако врската со нив се прекине.

Активност

Мерење на крвниот притисок

Потребно: дигитален или аналоген апарат за крвен притисок (сфигмоманометар).

1. Пред да го ставиш апаратот, седни удобно. Грбот треба да ти биде исправен, а нозете да не ти се прекрстени. Раката на која ќе мериш треба да биде опуштена и поставена на маса во висина на твоето срце.
2. Засукај го раковот и постави ја манжетната на надлактицата (околу 2-3 cm над лактот). Не треба да биде ниту премногу лабава, ниту премногу стегната – треба да можеш да ставиш два прста под неа.
3. Седи мирно и не зборувај.

Кај дигитален апарат – вклучи го апаратот и почекај манжетната да се надува и полака да го испушти воздухот. Запиши ги двете бројки што ќе се појават на екранот (на пример: 115/75).

Кај аналоген апарат – остави ги слушалките од стетоскопот во ушите. Делот за слушање (металниот диск) постави го на внатрешната страна на лактот, токму таму каде што може да се почувствува пулсот на раката. Со едната рака држи ја гумената пумпа, а со другата провери дали малото вентилче е затворено. Почни брзо да ја стискаш пумпа додека стрелката на манометарот не стигне до околу 160 или 180 mmHg. Многу полака одврти го вентилчето за да почне воздухот да излегува (стрелката треба да паѓа бавно, околу 2-3 милиметри во секунда). Внимателно слушај! Во моментот кога ќе го слушнеш првиот јасен звук на „чукање“, погледни каде е стрелката. Тоа е систолниот притисок. Продолжи да го испушташ воздухот и да слушаш. Моментот кога звукот престанува е вредноста на дијастолниот притисок.

Прашања за повторување

1. Опиши ја градбата на срцето и објасни зошто залистоците се важни за неговата работа.
2. Што претставува срцевиот циклус и кои две фази го сочинуваат?
3. Какви можат да бидат крвните садови и според што се поделени?
4. Што е пулс, а што крвен притисок?

Интересна биологија

- Ако сите крвни садови од телото на еден возрасен човек се подредат во една линија, тие би биле долги околу 95 000 до 100 000 километри. Тоа е доволно за да се обиколи Земјата дури два и пол пати!
- Со својата работа, човечкото срце во просек испумпува околу 5 литри крв во минута, што за 70 години живот изнесува приближно 184 милиони литри крв. Тоа е течност со која би се наполнила околу 70 олимписки базени.

2.7 Мал и голем крвоток и лимфоток

Потсети се!

- Зошто велиме дека срцето е поделено на лева и десна половина?
- Од каде се собира крвта во десната преткомора?
- Каде оди крвта од левата комора?

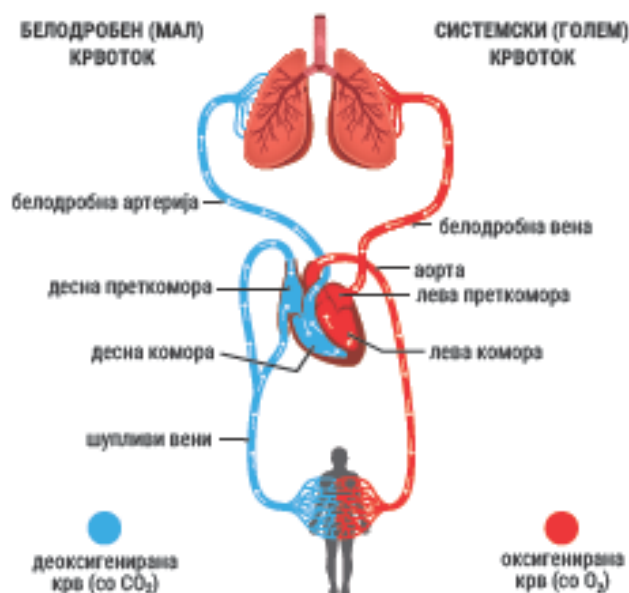
Крвоносниот систем е затворен систем низ кој крвта постојано се движи благодарение на работата на срцето и разликата во крвниот притисок. Крвниот притисок е највисок во почетокот на најголемата артерија – аортата, и постепено се намалува додека крвта се движи низ артериите, капиларите и вените, па во најголемите венски крвни садови, кога се вливаат во преткоморите е речиси нула.

Циркулацијата на крвта во човечкиот организам може да се подели во две групи: мал (белодробен) крвоток и голем (системски) крвоток.

Со **малиот (белодробен) крвоток** крвта собрана од целото тело и богата со јаглерод диоксид се носи до белите дробови. Таму, во алвеолите, јаглерод диоксидот се оддава, а се внесува кислород и крвта се враќа во левата преткомора.

Белодробните артерии се разликуваат од артериите во големиот крвоток по тоа што носат крв што е сиромашна со кислород, а белодробните вени носат крв што е богата со кислород.

Големиот (системски) крвоток го сочинуваат крвните садови што ги снабдуваат со хранливи материји и со кислород сите ткива, а од ткивата собираат крајни метаболички продукти.



Схематски приказ на мал и голем крвоток (артериските и венските крвни садови се застапени на двете страни од телото, на сликата е поедноставено заради прегледност)



Позајки крвни садови од крвоносниот систем кај човекот

ЛИМФЕН СИСТЕМ

Вториот пат по кој се собира и пренесува ткивна течност е **лимфниот систем**. Лимфните садови имаат слична градба како и вените. Најситните лимфни садови – лимфни капилари имаат слепи почетоци, односно, со едниот свој крај се потопени во телесните течности, а со другиот крај се поврзуваат во поголеми лимфни садови.

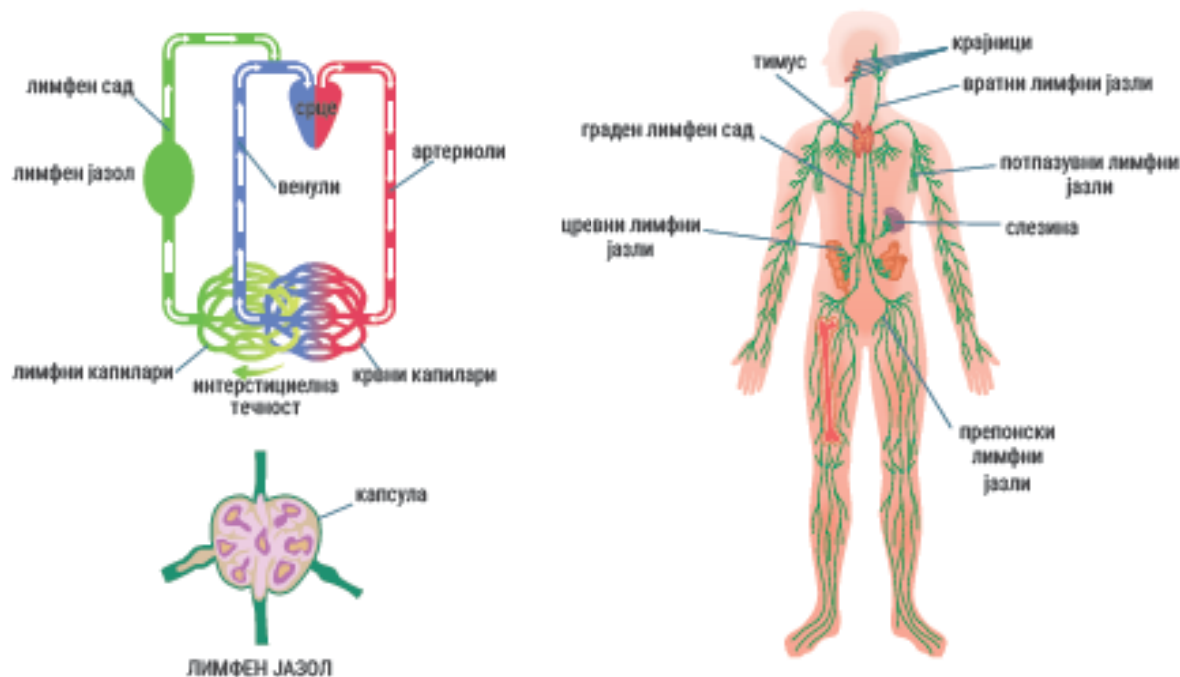
Лимфата низ лимфните садови се движи слично како и кај вените, со помош на мускулите и залистоците. На крајот, целокупното количество лимфа се собира во два големи лимфни сади и се враќа повторно во крвотокот. Првиот е **градниот лимфен сад** што собира лимфа од најголемиот дел од телото и се влева во **левата потклучна вена**, а вториот е **десниот лимфен сад**, што собира лимфа само од десната страна на главата и вратот, десната рака и десната страна на градниот кош и се влева во **десната потклучна вена**.

На својот пат низ лимфните садови, лимфата наидува на проширувања наречени лимфни јазли. Лимфните јазли се филтри за лимфата. Во нив лимфата се процедува, се пречистува и преку еден одводен лимфен сад се носи надвор од лимфниот јазол.

Лимфните јазли се ситни, топчести маси со големина на главче на шпенадла (до 2,5 cm). Во лимфното ткиво има лимфоцити и макрофаги. На различни места на површината на јазолчињата има доводни лимфни садови што ја поминуваат капсулата и носат лимфа во срцевината на јазлите. Излезната зона на лимфниот јазол е наречен **хилус** и служи како излез на одводните лимфни садови што ја носат лимфата надвор од лимфниот јазол.

Лимфните јазли по правило се сместени во групи, а бројот во секоја група е различен од 2, 3 до над 100. Некои од овие групи се сместени длабоко во телото, а други се наоѓаат под површината на телото.

Најважни групи лимфни јазли се вратните, потпазувните, цревните и препонските.



Шематски приказ на лимфен систем и лимфоток

Крајниците се изградени од лимфоидно ткиво и се наоѓаат на повеќе места: од двете страни на мекото непце, зад носната празнина, на задниот вид на грлото и во коренот на јазикот. Тие имаат улога во одбраната на организмот и при инфекции можат значително да се зголемат.

Градната жлезда (тимус) е дел од лимфниот систем и се наоѓа зад градната коска. Таа има важна улога во развојот на имунитетот кај децата. Во неа, под влијание на хормонот тимозин созреваат одредени лимфоцити наречени Т-лимфоцити. Тимусот е најактивен во детството, а по пубертетот се намалува и се заменува со масно и сврзано ткиво.

Слезината се наоѓа во горниот лев дел на стомачната празнина, под дијафрагмата. Таа е мек орган богат со крв и содржи лимфоидно ткиво, фагоцити и две зони: бела и црвена пулпа. Слезината ја филтрира крвта, ги разградува старите еритроцити, учествува во одбраната на организмот и служи како резервоар за крв. Во ембрионалниот развој има улога и во создавање на еритроцити.

Активност

Патувањето на една капка крв

Потребно: голем лист хартија (блок или хамер), црвен и син маркер (или дрвени боички), молив и гума.

1. Работете во групи од по 5 ученици. Заеднички нацртајте голема шема на срцето со неговите четири прегради, над него нацртајте ги белите дробови, а под него претставете го остатокот од телото како една целина.
2. Со црвениот маркер (за крв полна со кислород) и со синиот маркер (за крв со јаглерод диоксид) означете го патот низ малиот и големиот крвоток. Означете ја насоката на движење со стрелки. Означете ги важните делови.

Прашања за повторување

1. Објасни ја разликата меѓу малиот и големиот крвоток и наведи ја нивната улога во организмот.
2. Која е поврзаноста меѓу лимфниот и крвоносниот систем?
3. Што е разликата помеѓу крвоток и лимфоток?

Интересна биологија

- Крвотокот се движи со помош на срцето како пумпа, додека лимфотокот нема „пумпа“ и се движи благодарение на движењето на скелетните мускули и дишењето. Затоа, физичката активност не е важна само за срцето, туку и за правилно движење на лимфата.

2.8 Имунитет и одржување на здравјето на кардиоваскуларниот систем

Потсети се!

- На кој начин телото се брани од заразни болести?
- Што значи имунитет?
- Што мислиш, која храна е штетна за срцето и крвените садови?

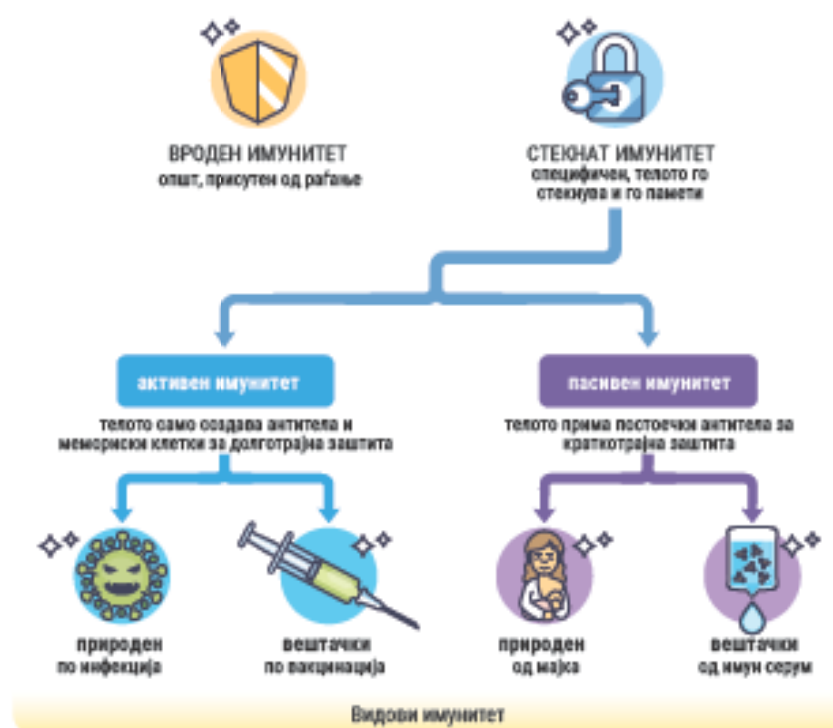
Живееме во свет преполн со микроорганизми и вируси што се премногу мали за да се видат со голо око. Некои од нив можат да предизвикаат сериозни болести, но ние преживуваме бидејќи имаме развиено различни и ефикасни одбранбени механизми. Улогата да нè заштити од голем број штетни агенси им припаѓа на одредени крвни клетки и на лимфниот систем што заеднички го создаваат имунолошкиот систем. **Имунолошкиот систем** е одбранбениот механизам на човечкото тело.

Кожата е првата линија на одбрана на организмот и служи како механичка пречка против микроорганизмите. Кога кожата е оштетена се зголемува ризикот од инфекции. Слизниците што ги обложуваат дишните, дигестивните и другите патишта во телото, исто така, имаат заштитна улога. Тие лачат лепливи секрети кои ги задржуваат нечистотиите и микроорганизмите, а трепките во дишните патишта помагаат тие да се исфрлат надвор.

Телесните секрети како солзи, пот и пљунка, содржат материи и ензими што ги уништуваат микроорганизмите. Дигестивните сокови уништуваат многу бактерии и нивни токсини. Одбраната на организмот се потпомага и со рефлексии како кивање, кашлање, повраќање и пролив, кои помагаат штетните материи да се исфрлат од телото.

Ако микроорганизмите успеат да ги поминат бариерите и да влезат во крвта, се активираат леукоцитите. Фагоцитоза е процес при кој одредени леукоцити ги „голтаат“ и уништуваат микроорганизмите.

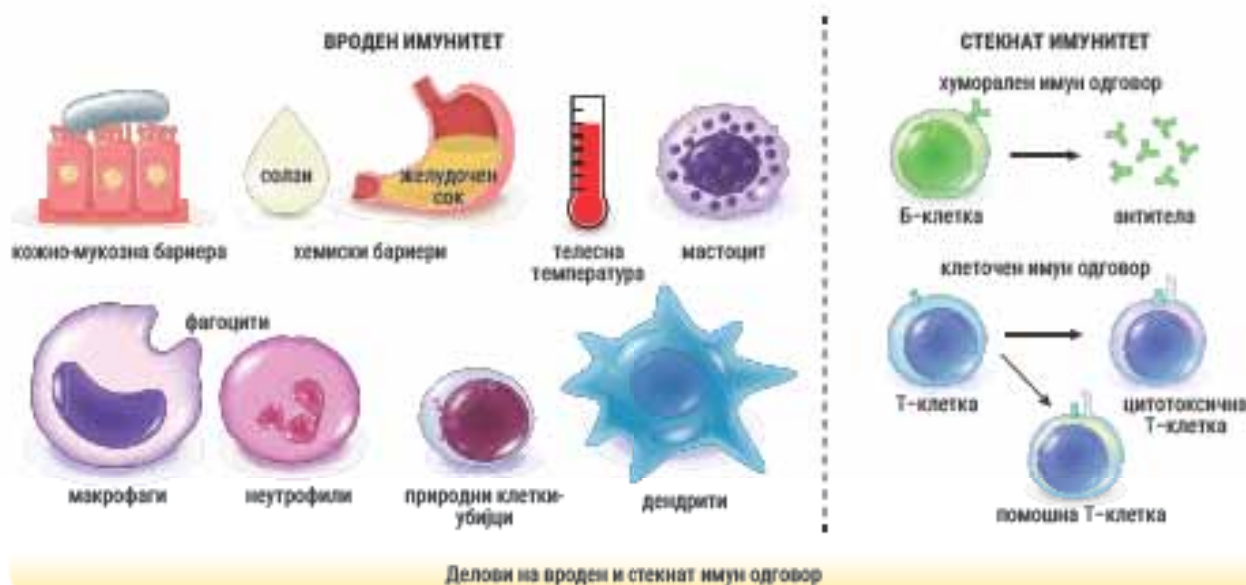
Имунитетот е способност на организмот да се заштити од болести или да ги совлада нивните последици. Имуниот одговор може да биде неспецифичен кога дејствува против секој штетен агенс што влегува во нашето тело, или пак специфичен – насочен само кон определен агенс.



Постојат два основни вида имунитет: вроден (наследен) и стекнат (здобие).

Вродениот (наследен) имунитет постои од раѓање. Еден негов облик е имунитет на видот поради кој човекот не заболува од некои болести што ги напаѓаат животните и обратно. Постојат и вродени разлики меѓу луѓето при што некои луѓе имаат посилен имунитет од други што зависи од наследувањето и начинот на живеење.

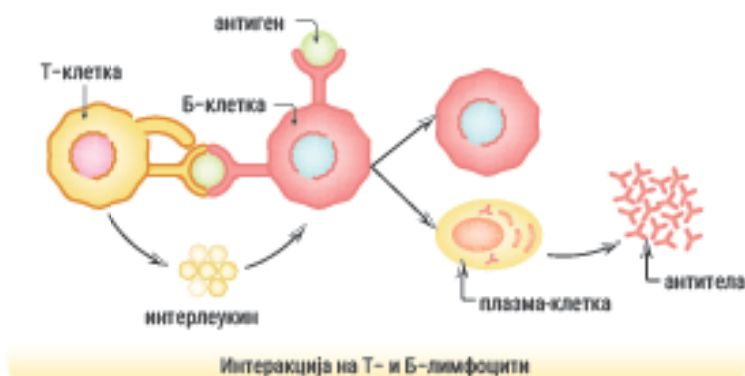
Стегнатиот (здобие) имунитет се развива во текот на животот. Тој може да се добие природно (по прележување болест) или вештачки (со вакцинирање), а може да биде активен или пасивен.



Стегнатиот имунитет настанува кога во организмот ќе навлезе **антиген** – туѓа супстанца што предизвикува имунолошка реакција. Антигени можат да бидат делови од микроорганизми, токсини, полен или некои намирници.

Антигените ги активираат лимфоцитите – Т- и В-клетки. Т-клетките созреваат во градната жлезда (тимус) и учествуваат во **клеточниот имунитет**. Т-клетките можат да уништуваат заразени клетки, да го активираат имунитетот, да го запрат одговорот или да го „запомнат“ антигенот.

Како одговор на антигенот во организмот, В-клетките создаваат **анти-тела** (имуноглобулини) и учествуваат во **хуморалниот имунитет**. Кога ќе се активираат, В-клетките се претвораат во **плазма-клетки** кои лачат специфични антитела во крвта. Антителата се гликопротеини и се делат на пет групи имуноглобулини: IgG, IgA, IgM, IgD и IgE, кои имаат различни улоги во одбраната на организмот.



Природно стекнатиот имунитет се создава кога организмот сам се бори со одредена болест. Тогаш се создаваат специфични антитела кои го препознаваат само тој причинител. Дел од овие антитела и мемориски клетки остануваат во организмот долго време, па заштитата може да трае со месеци, години, а понекогаш и доживотно. Бидејќи организмот сам активно ги создава антителата, овој имунитет се нарекува и **активен имунитет**.

Постои и **природен пасивен имунитет** што детето го добива од мајката. Антителата поминуваат од мајката преку плацентата во фетусот, а по раѓањето и преку мајчиното млеко (колострумот). Овој имунитет е краткотраен, но многу важен за заштита на детето во првите месеци од животот.

Вештачкиот имунитет се создава со вакцинација. **Вакцините** содржат ослабени или инактивирани микроорганизми или нивни делови кои не предизвикуваат болест, но го поттикнуваат имунолошкиот систем. По внесувањето на вакцината, организмот создава антитела и мемориски клетки коишто овозможуваат брза и ефикасна заштита при некоја идна средба со вистинскиот патоген.

По вакцинацијата болеста или воопшто не се развива или има многу лесна форма. Таа е еден од најефикасните начини за превенција од заразни болести и епидемии, бидејќи создава и колективен имунитет. Благодарение на вакцините, многу опасни болести како сипаници, детска парализа и дифтерија се искоренети или значително намалени. Затоа, вакцинацијата претставува важен дел од грижата за сопственото здравје и здравјето на целата заедница.

ТРАНСФУЗИЈА НА КРВ И ТРАНСПЛАНТАЦИЈА

Кога човек ќе изгуби многу крв поради повреда или болест, клетките остануваат без доволно кислород и хранливи материи. Во такви случаи се применува **трансфузија на крв** – додавање крв од друг човек. Сепак, не секоја крв може да се даде на секого бидејќи на површината на еритроцитите постојат антигени кои кај примателот можат да предизвикаат опасна имунолошка реакција. Затоа, пред секоја трансфузија задолжително се проверува крвната група.

Според присуството на А и Б антигени, луѓето може да имаат една од четири крвни групи: А, Б, АВ и О (нулта). Лицата со крвна група О немаат А и Б антигени на еритроцитите и можат да даваат крв на сите – затоа се нарекуваат универзални дарители. Лицата со крвна група АВ немаат антитела во плазмата и можат да примаат крв од сите – тие се универзални приматели. Сепак, поради безбедност, најчесто се дава крв од иста крвна група.

	група А	група Б	група АВ	група О
антигени на еритроцити	 А антигени	 Б антигени	 А и Б антигени	 нема
антитела во плазма	 анти-Б	 анти-А	нема	 анти-А и анти-Б

Состав на крв кај различни крвни групи

Покрај овие антигени, важен е и **Rh-факторот** (ер-ха фактор). Над 85 % од луѓето се Rh-позитивни, а оние без овој антиген се Rh-негативни. Ако Rh-позитивна крв се даде на Rh-негативен човек, може да се создадат антитела што ќе предизвикаат проблеми при следна трансфузија.

Табела: Крвни групи во системот АВО

Крвна група	Антиген на еритроцити	Може да прими крв од	Може да даде крв на
А	А	А, О	А, АВ
Б	Б	Б, О	Б, АВ
АВ	А и Б	А, Б, АВ, О	АВ
О	нема	О	О, А, Б, АВ

Трансплантација е постапка при која се пресадуваат органи или ткива од друг човек. Природно е настојувањето на секој организам да го уништи туѓото тело (антиген), вклучувајќи ги и ткивата од друг човек или друго животно при што таквата нормална реакција се нарекува **синдром на отфрлање**. За да се намали ризикот од отфрлање, пред трансплантација се проверува дали ткивата на дарителот и примателот се компатибилни.

Многу често активноста на имунолошкиот систем е видлива и корисна. Но, во одредени ситуации може да биде опасна и треба да се биде внимателен. Така, при повторен контакт со одредени антигени, кај некои луѓе се јавува пречувствителност при што имунитетот реагира прекумерно и може да предизвика нарушувања во работата на органите. Оваа состојба се нарекува **алергија**, а реакциите што се јавуваат се **алергиски реакции**.

Понекогаш имунолошкиот систем ги напаѓа сопствените клетки и ткива како да се туѓи. Оваа појава се нарекува **автоимуност**. Губењето на способноста да се препознаат сопствените клетки може да доведе до болести како **ревматоиден артритис**, **мултипла склероза** и **системски лупус**.

Во други случаи, имунолошкиот систем е ослабен што се означува како **имунодефициенција**. Пример за таква состојба е болеста СИДА (AIDS) која е предизвикана од вирусот HIV. Овој вирус ги напаѓа и уништува помошните Т-клетки кои се важни за одбраната на организмот. Најдобра заштита од оваа болест е добра информираност и спречување на контакт на заразена крв со крвта на здрав човек, особено при незащитени полови односи или при директен пренос на крв.

ПРЕВЕНТИВНИ МЕРКИ ЗА ЗДРАВ КАРДИОВАСКУЛАРЕН СИСТЕМ

Кардиоваскуларниот систем претставува една од најважните функционални целини во човечкото тело одговорна за транспорт на кислород, хранливи материи, хормони и отстранување на штетни материи. Од неговата правилна работа зависи снабдувањето и виталноста на сите ткива и органи. Три клучни превентивни фактори силно влијаат на здравјето на кардиоваскуларниот систем и на крвта.

1. **Здравата исхрана** има директно влијание врз состојбата на крвните садови и функционалноста на срцето. Храната богата со заситени масти доведува до создавање масни наслаги на ѕидовите на артериите (**атеросклероза**). Овој процес ги стеснува крвните садови и го отежнува протокот на крв низ нив со што срцето мора да работи поинтензивно. Од друга страна, исхрана која вклучува свежо овошје и зеленчук, интегрални житарки, риба, јаткасти плодови и умерени количества здрави растителни масти обезбедува антиоксиданси и корисни масни киселини кои ги одржуваат крвните садови еластични и спречуваат таложење на холестерол. Таквата исхрана не само што го намалува ризикот од срцеви заболувања, туку придонесува и за регулирање на крвниот притисок и телесната маса.

2. **Редовната физичка активност** е вториот значаен столб за одржување на здрав кардиоваскуларен систем. Умерено вежбање како брзо одење, трчање, пливање или возење велосипед, го зајакнува срцевиот мускул, ја подобрува циркулацијата и го зголемува капацитетот на белите дробови. Дополнително, редовното движење го подобрува метаболизмот на глукозата, го намалува стресот и помага во регулирање на телесната маса (фактори што се тесно поврзани со ризикот од висок притисок, дијабетес и коронарни заболувања). Препорачливо за тинејџери е дневно да имаат барем 60 минути физичка активност, што значително ќе придонесува за здрав раст и развој на срцето и крвните садови.

3. Третиот важен аспект е **избегнувањето на ризични навики** како што се пушење, прекумерно консумирање алкохол, нездрави навики во исхраната, долготраен стрес и седентарен начин на живот. Никотинот и другите хемиски материи од цигарите ги оштетуваат ѕидовите на крвните садови, го зголемуваат крвниот притисок и го стеснуваат просторот во артериите. Последиците се намалена еластичност на крвните садови и зголемен ризик од инфаркт и мозочен удар. Прекумерната употреба на алкохол може да доведе до воспаление на срцевиот мускул, нарушување на срцевиот ритам и покачување на крвниот притисок.

Сите овие превентивни мерки се меѓусебно поврзани и создаваат силен заштитен механизам кога се применуваат заедно. Така, комбинацијата од здрава исхрана и редовно вежбање ја намалува телесната

маса, што пак го олеснува напорот на срцето и го стабилизира крвниот притисок. Избегнувањето на пушење и намалувањето на стресот го спречуваат оштетувањето на крвните садови, при што позитивниот ефект од здравата исхрана и физичката активност ќе дојде до целосен израз.

Во суштина, грижата за кардиоваскуларното здравје е процес кој се гради секојдневно и е резултат на многу мали, но значајни избори. Многу пати е докажано дека лицата кои применуваат здрави навики уште во тинејџерските години имаат значително помал ризик од срцеви заболувања во подоцнежниот живот. Затоа е важно младите да развијат свест за тоа колку нивните избори денес можат да влијаат врз нивното здравје утре.

Активност

1. Одбрана на телото

Креирај визуелна мапа (инфографик) која го покажува патот на еден микроорганизам од влезот во телото до неговото целосно уништување. Користи стрелки и симболи за да го прикажеш редоследот: влез на патоген → неспецифична одбрана (кожа и фагоцити) → специфичен имунитет (антитела и лимфоцити) → создавање меморија.

Олесни си ја работата и биди креативен! Употреби ВИ алатки како Canva AI или Bing Image Creator за да генерираш моќни илустрации (на пример: „Приказ на бела крвна клетка како напаѓа вирус“). Твоја задача е да ги уредиш овие слики и да додадеш кратки коментари што го објаснуваат приказот.

На крајот од инфографикот додај посебен дел со наслов „Што кога штитот ќе попусти?“. Тука објасни што се случува кога имунитетот е ослабен и повраи го тоа со твоите секојдневни навики, нагласувајќи зошто превенцијата е најдобрата заштита.

2. Здрави навики за здрав живот

Направете групи од по 5 ученици. Направете табела со две колони – корисни и штетни за организмот. Пополнете ја табелата со различни навики како спорт, пушење и здрава исхрана. За секоја навика истражете и запишете како таа конкретно влијае врз работата на срцето и на имунитетот. Размислете како изборот на храна или активност го менува квалитетот на крвта и проодноста на крвните садови. Врз основа на овие факти, со групата изработете „Кодекс на здрави навики“ со јасни правила за долг и здрав живот. Презентирајте го вашиот кодекс пред соучениците.

Прашања за повторување

1. Што е неспецифичен, а што специфичен имунитет? Наведи по еден пример за секој од нив.
2. Како функционира вакцинацијата и зошто таа е важна за превенција од заразни заболувања?
3. Зошто здравата исхрана, редовната физичка активност и избегнувањето на ризични навики се важни превентивни мерки за здрав кардиоваскуларен систем?

Интересна биологија

- Зборот вакцинација потекнува од латинскиот збор *vaccus* – крава. Првата вакцина била направена во 1796 година против сипаници, кога било забележано дека луѓето кои работеле со крави не ја добивале оваа болест.

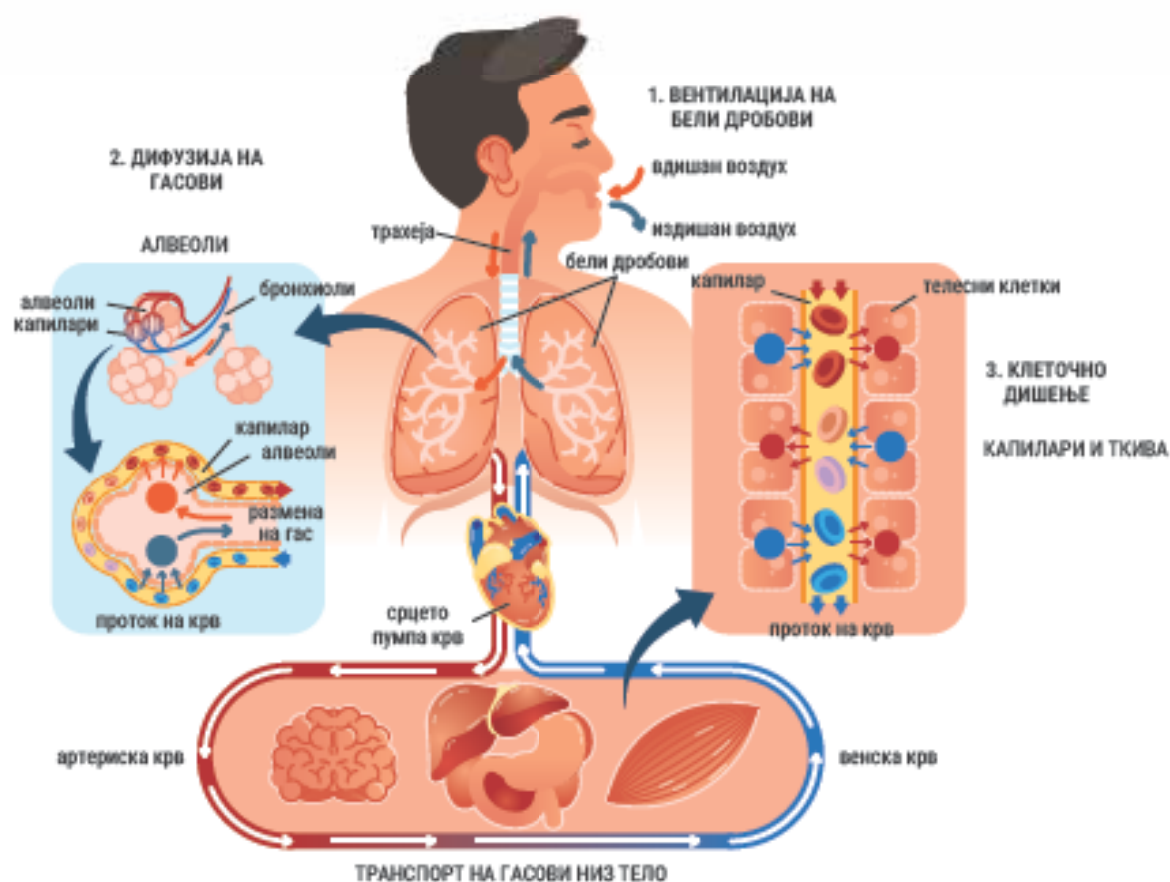
2.9 Градба и функција на органите на респираторниот систем

Потсети се!

- Каде завршува воздухот што го вдишуваме?
- Од каде доаѓа воздухот што го издишуваме?
- Што е голем, а што мал крвоток?

Секоја клетка од човечкото тело мора да врши размена на материји со околната средина. Но, повеќето од клетките во организмот не се во контакт со надворешната средина и мораат да се потпрат на посебни системи за транспорт и размена на материји. Во органите на овие системи има адаптации што ја зголемуваат допирната површина преку која се одвива размената на материите.

Респираторниот систем го сочинуваат органи чија улога е размена на гасови (**дишење**). Тие го пренесуваат кислородот од воздухот во организмот и го отстрануваат јаглерод диоксидот што се



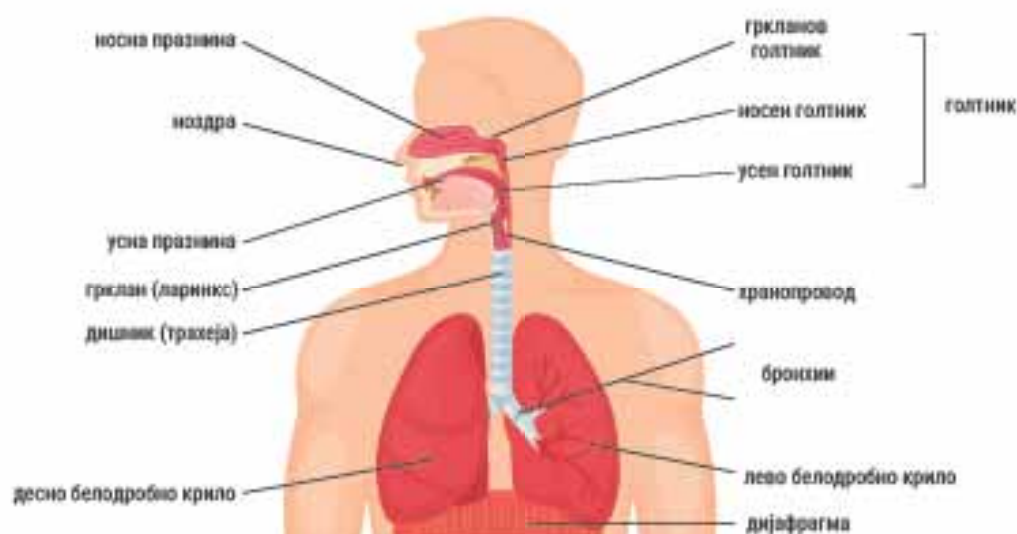
Шематски приказ на размена на гасови кај човекот

создава во клетките. Кислородот преку крата се пренесува до сите клетки каде што се користи за животните процеси, а јаглерод диоксидот се носи до белите дробови и се исфрла надвор од телото.

Размената на гасовите се одвива во три фази:

- белодробна вентилација (размена на воздух помеѓу атмосфера и бели дробови)
- дифузија на гасови во алвеолите (кислородот влегува во крата, а јаглерод диоксидот излегува од крвта)
- клеточно дишење (респирација) – користење на кислородот во сите клетки од телото.

Процесот при кој воздухот влегува во белите дробови (вдишување) и излегува од нив (издишување) се нарекува **белодробна вентилација**. Процесот при кој кислородот се користи во клетките, а јаглерод диоксидот се создава и отстранува се нарекува **респирација**. Респирацијата е важна затоа што овозможува снабдување на организмот со кислород неопходен за метаболичките процеси и отстранување на јаглерод диоксидот како отпаден продукт.



Шематски приказ на органите на респираторниот систем

Респираторниот систем е сложен систем што се состои од простори и патишта по кои воздухот влегува во белите дробови. Во тие простори се вклучени носната празнина, гортникот (кој е заеднички орган за дигестивниот и респираторниот систем), гркланот, дишникот (трахеја) и белите дробови.

Воздухот во организмот влегува во **носот** преку ноздрите (носниците) и продолжува во две носни празнини. Сидовите на носните празнини се изградени од коска и рскавица и се обложени со слузница. Слузницата е влажна, топла и богата со крвни садови, а содржи и клетки што лачат слуз. Благодарение на тоа, воздухот што влегува се филтрира, загрева и навлажува. Поради оваа заштитна улога, важно е да се дише преку нос, а не преку уста.

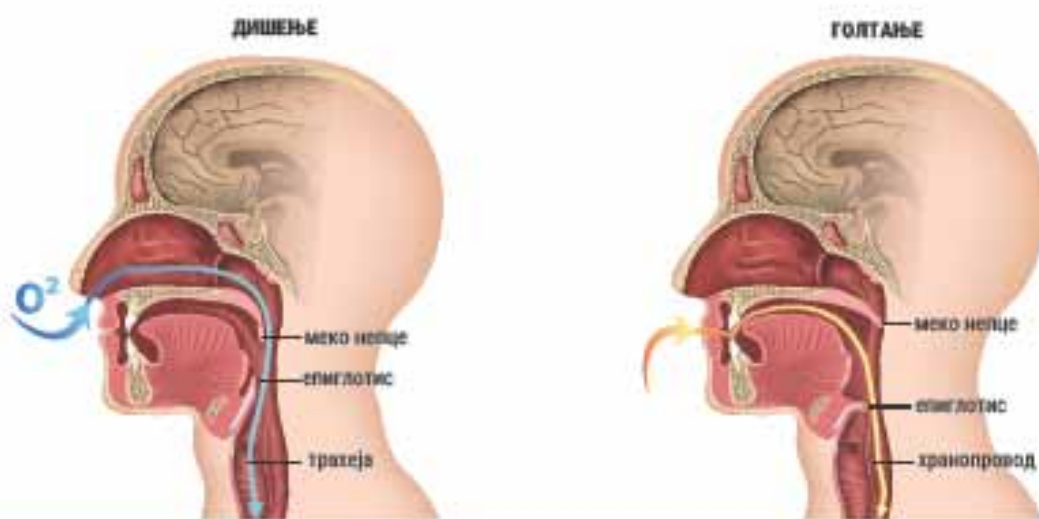


Шематски приказ на носна празнина на надолжен пресек

Синусите се мали воздушни празнини во черепните коски обложени со слузница. Тие се поврзани со носните празнини и можат лесно да се воспалат при инфекции.

Голтникот е орган низ кој од една страна воздухот се спроведува во респираторниот тракт, а од друга, храната и течностите се спроведуваат во дигестивниот систем. Горниот дел на голтникот што е сместен во продолжение на носните празнини, од назад, е наречен носен голтник. Средниот дел кој е сместен зад устата е наречен усен голтник, а најмалиот дел е наречен гркланов голтник. Последниот дел е отворен во гркланот однапред и во хранопроводот наназад.

Гркланот (ларинкс) е орган сместен меѓу голтникот и дишникот. Тој е изграден претежно од 'рскивица и има важна улога во создавањето на гласот и во дишењето. Во внатрешноста на гркланот се наоѓаат гласните жици кои се набори од слузница. Кога воздухот поминува од белите дробови кон надвор, гласните жици треперат и создаваат звуци со различна висина. Просторот меѓу гласните жици се нарекува глотис. Над него се наоѓа епиглотисот – тенка, листовидна 'рскивица која при голтање го затвора дишникот и спречува храната да навлезе во дишните патишта.

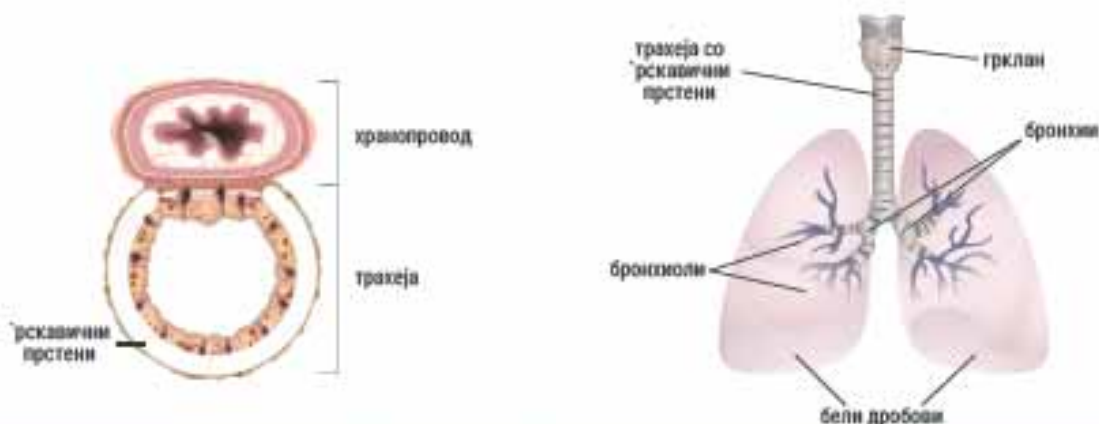


Дејство на епиглотис при дишење и голтање

Дишникот (трахеја) е цевка што се протега од гркланот до местото каде што се дели на две гранки. Се наоѓа во предниот дел на вратот и горниот дел од градниот кош. Кај возрасен човек има должина од околу 10 – 14 cm. Трахејата е изградена од 16–20 'рскивични прстени во облик на буквата С. Тие ја одржуваат трахејата постојано отворена и овозможуваат непречен проток на воздух. Задниот отворен дел од 'рскивиците е поврзан со сврзано ткиво и мазен мускул, што овозможува хранопроводот зад дишникот да се прошири при голтање.

На долниот крај, трахејата се дели на две главни гранки – **bronхи** кои влегуваат во белите дробови. Секоја бронхија влегува во белите дробови преку вдлабнување наречено хилус (врата на белите дробови).

Бронхиите и другите спроводни дишни патишта се обложени со посебен вид епител составен од еден слој клетки кои изгледаат како да се наредени во повеќе слоеви. Епителните клетки имаат трепки (цилии) и лачат слуз. Трепките постојано ја придвижуваат слузта кон грлото, од каде што нечистотиите се отстрануваат со кашлање, кивање или издувување од носот. Оваа градба има важна заштитна улога и спречува штетни честички да навлезат подлабоко во белите дробови.

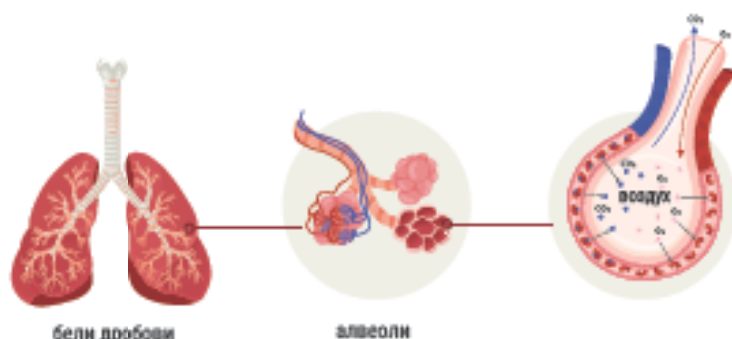


Схематски приказ на напречен пресек на трахеја и приказ на бронхи и бронхиоли

Белите дробови се органи во кои се врши размена на гасовите меѓу воздухот и крвта. Тие се сместени во градната празнина и се поделени на две белодробни крила. Во секое крило влегува по една примарна бронхија. Бронхиите во белите дробови се разгрануваат дрвовидно, формирајќи бронхијално дрво. Десната примарна бронхија се дели на три секундарни бронхи кои влегуваат во трите резени на десното белодробно крило, додека левата се дели на две секундарни бронхи за двата резени на левото крило. Најмалите спроводни цевчиња се нарекуваат **бронхиоли**. Од примарната бронхија до најмалите бронхиоли има околу 23 разгранувања. Како што бронхиите се разгрануваат и стануваат потесни, количеството на 'рскивица се намалува. На крајот од бронхиолите се наоѓаат мали воздушни ќесиња наречени **алвеоли** во кои се врши размена на гасовите.

Алвеолите имаат многу тенки видови изградени од еден слој рамен епител и се обвиткани со густа мрежа од капилари. Поради големиот број алвеоли, нивната вкупна површина е многу голема. Со малиот (белодробен) крвоток, крвта се носи до алвеолите каде што се врши размена на гасовите кислород и јаглерод диоксид.

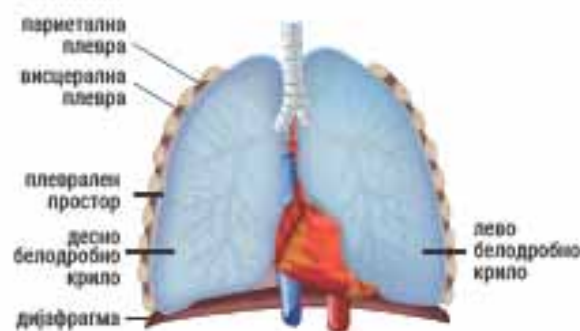
Белите дробови зафаќаат значителен дел од градната празнина, која е одделена од stomачната празнина со мускулот наречен дијафрагма. Секое белодробно крило е покриено со двојна обвивка наречена плевра. Надворешниот лист на плеврата, кој е прилепен за ѕидот на градниот кош, се нарекува *париетална плевра*, а внатрешниот лист, кој ја обвива површината на белите дробови, се нарекува *висцерална плевра*. Меѓу двата листа на плеврата се наоѓа



Градба на белите дробови и алвеолите

плеврален простор исполнет со малку течност. Оваа течност го намалува триењето и овозможува белите дробови лесно да се шират и собираат при дишењето, следејќи ги движењата на градниот кош.

Во просторот меѓу двете белодробни крила наречен средоградие се наоѓаат срцето, големите крвни садови, хранопроводот, дишникот и лимфните јазли.



Плеврални обвивки на белите дробови

Активност

Мапирање на дишните патишта

Нацртај едноставен, но јасен дијаграм на респираторниот систем и означи го патот по кој се движи воздухот. Покрај секој орган напиши ја неговата главна задача.

Прашања за повторување

1. Наброј ги главните органи на респираторниот систем и накратко објасни ја функцијата на два од нив.
2. Каква е улогата на носната празнина при дишењето?
3. Опиши ја градбата на гркланот и неговите улоги.
4. Како се заштитени белите дробови во градниот кош?
5. Каде во белите дробови се врши размена на гасови?

Интересна биологија

- Додека воздухот патува од носната празнина до белите дробови тој се загрева, се навлажнува и се прочистува благодарение на слузницата и на ситните влакненца. До моментот кога ќе стигне до алвеолите, воздухот е речиси со иста температура како телесната – совршено подготвен за размена на гасови.

2.10 Белодробна вентилација и размена на гасови

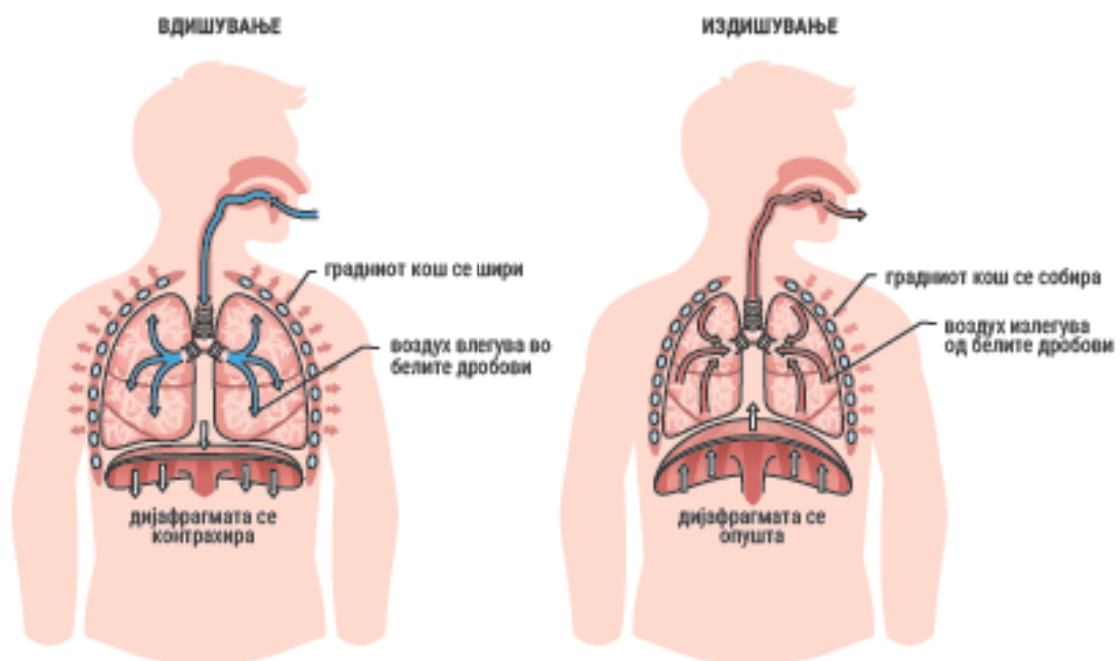
Потсети се!

- Што е хемоглобин, каде се наоѓа и како е изграден?
- Што е дифузија?

Белодробната вентилација се одвива со ритмичко движење на градниот кош, при што се менуваат волуменот и притисокот во градната празнина. Таа вклучува два спротивни процеси: **вдишување** (инспириум) при што воздухот влегува во белите дробови и **издишување** (експириум) при што воздухот се исфрла од организмот.

Вдишувањето е активен процес. Притоа се контрахираат **меѓуребрните мускули** и **дијафрагмата**, со што градниот кош се раширува, волуменот се зголемува, а притисокот во белите дробови се намалува. Поради тоа, воздухот од надворешната средина влегува во белите дробови. Издишувањето најчесто е пасивен процес. Мускулите се олабавуваат, градниот кош се собира, волуменот се намалува, а притисокот во белите дробови се зголемува што овозможува воздухот да се исфрли.

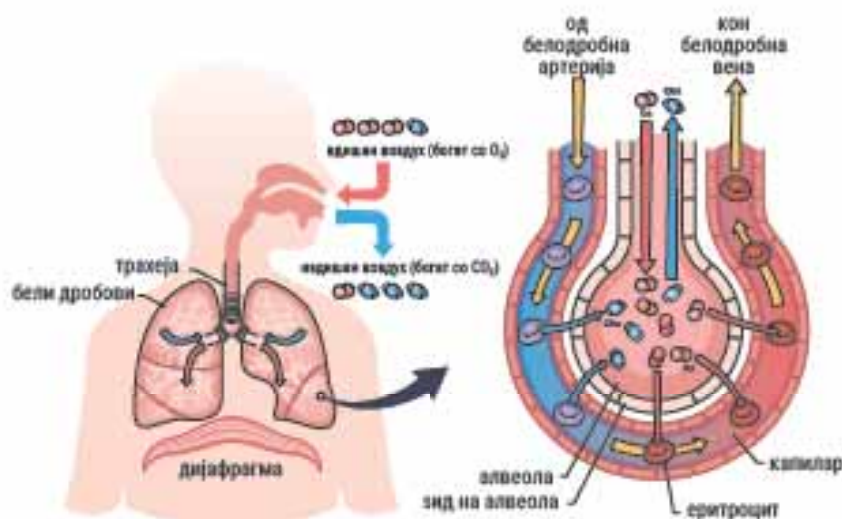
Вдишаниот воздух со струење се движи низ дишните патишта сè до алвеолите. Во алвеолите се врши размената на гасовите со дифузија: кислородот преминува во крвта, а јаглерод диоксидот од крвта преминува во воздухот. Постојаната белодробна вентилација обезбедува доволно кислород за организмот и ефикасно отстранување на CO_2 .



Механизам на белодробна вентилација - промени на граден кош и дијафрагмата

Размената на гасови во алвеолите и во ткивата се одвива по пат на дифузија. Притоа гасовите се движат од област со поголем кон област со помал парцијален притисок. Кај човекот размената на гасови се одвива на два нивоа – во белите дробови (помеѓу алвеолите и крвта) и во ткивата (помеѓу крвта и клетките).

Во белите дробови, кислородот од воздухот преминува во крвта, а јаглерод диоксидот од крвта преминува во алвеолите. Овој процес се одвива преку многу тенка и влажна мембрана на алвеолите. Алвеолите можат да се претстават како воздушни меурчиња чија површина е целосно покриена со крвни капилари. Разгранувањето на бронхиите, големиот број на алвеоли (околу 300 милиони во едно белодробно крило) и опкруженоста со капилари, овозможуваат огромна површина за дифузија. Токму затоа размената на гасовите се одвива многу брзо.



Шематски приказ на размена на гасови во алвеоли

Способноста на крвта за пренесување на кислород се должи на присуството на хемоглобин во еритроцитите. Околу 97 % од кислородот се врзува за хемоглобинот, а 3 % се раствора во плазмата.

Основната **улога на хемоглобинот** е да го транспортира кислородот од белите дробови до ткивата. Секој молекул хемоглобин е составен од четири полипептидни синџири на глобин и по една протетична хем група поврзана за секој од четирите глобински молекули. Хем групите можат да врзуваат кислород.

Оксигенираната крв од белите дробови преку белодробните вени оди во левата преткомора, потоа во левата комора на срцето од каде што преку аортата се разнесува низ телото. Таму, кислородот дифундира од крвта во ткивата, бидејќи неговиот парцијален притисок е поголем во крвта отколку во клетките. Дифузијата е толку брза што за кратко неговото количество во крвта се намалува, а со тоа и неговиот парцијален притисок. Клетките го користат кислородот за енергија и произведуваат јаглерод диоксид како отпаден продукт.

Со зголемување на нивото на CO_2 во ткивата расте неговиот парцијален притисок, па тој дифундира во крвта. Јаглерод диоксидот се враќа во крвта и се транспортира на три начини: растворен во



Шематски приказ на структура на молекула хемоглобин

плазмата (~8 %), врзан за хемоглобин како карбаминохемоглобин (~20 %) или претворен во бикарбонат (~72 %). Со венската крв низ вените се носи до срцето, а потоа преку белодробните артерии до белите дробови. Таму, CO_2 дифундира од крвта во алвеолите и се исфрла при издишувањето.

Процесот на размена на гасови се одвива истовремено и во белите дробови и во ткивата, овозможувајќи постојано снабдување на организмот со кислород и отстранување на јаглерод диоксидот.

Дишењето се контролира од респираторните центри во продолжениот мозок и понсот. Една група нервни клетки го контролираат вдишувањето, друга издишувањето, а трета ги контролира мускулите во градниот кош одговорни за ритам и длабочина на дишењето.

Главната цел на контролата на дишењето е да се одржи нивото на O_2 , CO_2 и H^+ во крвта и ткивата. Специјални клетки наречени хеморецептори ги препознаваат промените и праќаат сигнали до респираторните центри. Благодарение на оваа контрола, телото секогаш обезбедува доволно кислород за клетките и го отстранува вишокот CO_2 .

Активност

1. Мерење на белодробен капацитет

Со помош на спирометар, одредете го волуменот на воздухот во вашите бели дробови.

Вдиши максимално длабоко, а потоа со сета сила издиши во апаратот.

Запиши ја вредноста на издишаниот воздух (витален капацитет) и споредете ги резултатите од ученици со различна физичка кондиција, пол и висина, и извлечете заклучоци за белодробната функција.

2. Патешествието на гасовите (алвеоли - ткива)

Поделете се во две групи:

- Тим Кислород: опишете го патот на кислородот од белодробните алвеоли, преку крвта (врзан за хемоглобинот), сè до клетките во ткивата и механизмите на преноси.
- Тим Јаглерод диоксид: опишете го отпадниот јаглерод диоксид од ткивата назад до алвеолите за да биде издишан и механизмите на пренос.

Извлечете заеднички заклучок за тоа како размената на гасови му дава енергија на целото тело.

Прашања за повторување

1. Како кислородот и јаглерод диоксидот се пренесуваат во крвта?
2. Кои структурни карактеристики во белите дробови овозможуваат лесна дифузија на гасовите?
3. Како се одвива размената на кислород и јаглерод диоксид помеѓу алвеолите и капиларите?
4. Која е улогата на хемоглобинот?

Интересна биологија

- Атмосферскиот воздух содржи 78,09 % азот, 20,95 % кислород, 0,93 % аргон и други инертни гасови, но само 0,03 % јаглерод диоксид. Неговиот атмосферски притисок е 760 mmHg или една атмосфера (1,0 atm). Секој присутен гас има дел од вкупниот атмосферски притисок, а е резултат на вкупниот број од негови молекули - неговиот парцијален притисок.

2.11 Нарушувања на респираторниот систем и превентивни мерки за неговото здравје

Потсети се!

- Што ако во воздухот покрај кислород има и друг гас со голем афинитет кон хемот?
- Што може да се случи ако телото не се снабдува правилно со кислород?

Споменавме зошто е важно секој дел од респираторниот систем да работи беспрекорно за телото да може да произведе енергија. За да се внимава на овој систем неопходно е да се знаат основните последици што произлегуваат од нарушена респирација.

На пример, при **хипервентилација** има длабока, брза респирација што овозможува зголемување на нивото на кислород и намалување на нивото на јаглерод диоксидот во крвта. Тоа предизвикува вртоглавица и чувство на зурење во ушите. Од друга страна, при **хиповентилација** се намалува количеството на воздух што влегува во алвеолите. Постојат многу можни причини за оваа состојба, вклучувајќи спречување на дишењето, болести на белите дробови, повреди на респираторните контролни центри и деформации на градниот кош.

Органите на респираторниот систем можат да заболат. Слизницата на респираторниот тракт може да биде нападната од микроорганизми што предизвикуваат болести. Пренесувањето на микроорганизмите од респираторниот систем од еден на друг човек најбрзо се одвива во прос- тории за масовно собирање, како училишта, театри и други институции. Капките при едно кивнување можат да содржат повеќе милијарди патогени микроорганизми. Притоа, инфекцијата може да се прошири по должината на слизницата до носните синуси, во средното уво или во белите дробови. Меѓу инфекциите што се пренесуваат низ респираторните патишта се *обичната настинка, дифтеријата, малите сипаници, големите сипаници, грипот, пневмонијата и туберкулозата*. Ако инфекцијата ги зафаќа носот и грлото се нарекува **горна респираторна инфекција**.

Грипот или инфлуенцата е акутна заразна болест што се одликува со воспалителна состојба на горниот респираторен тракт и е придружена со општа немоќ и болки. Грипот го предизвикува вирус и може да се шири од синусите надолу до белите дробови. Воспалението на дишникот и бронхиите предизвикува својствено кашлање за грип. Вакцините можат да бидат успешни, иако заштитата трае до околу три месеци. **Пневмонијата** е воспаление на белите дробови при кое воздушните прос- тори се исполнуваат со течност. Предизвикувачи можат да бидат најразлични микроорганизми.

Пречувствителноста на полен од растенијата, прав, одреден вид храна и други **алергени** може да предизвика поленска треска или астма или и двете. Поленската треска се одликува со воден исцедок од очите и носот.

Канцерот на белите дробови е едно од потешките заболувања на белите дробови. Една од основните причини за канцер на белите дробови е *пушењето цигари*. Ризикот за добивање канцер на белите дробови е зголемен кај луѓето што почнуваат со пушење порано во животот, што пушат голем број цигари дневно и чадот го вдишуваат многу длабоко.

Вештачко дишење се применува кога човекот има изгубено свест и кога дишењето му е отежнато. Таквите појави може да се предизвикани од задушување при пушење, електричен шок и од

давање во вода. Со одредени постапки и методи, по вештачки пат, одреден временски период може да се одржува функцијата на белите дробови. Реанимација е комбинирана постапка на вештачко дишење и масажа на срце кај повредени кај кои белите дробови и срцето престанале со работа.

Лекувањето со кислород се применува кога е загрозен животот на човекот и во состојби

кога клетките и ткивата недоволно се снабдуваат со кислород. Кислородот може да му се дава на пациентот низ маска, со катетер или низ ноздрите.



прашај „Дали се гушиш?“



чукни по грбот



стисни под градната коска



провери ја устата дали има туѓо тело



30 притискања на градите



дај воздух двапати

Прва помош при задушување и давање на вештачко дишење

ЧИСТ ВОЗДУХ

Органите за размена на гасовите се многу нежни и чувствителни. Поради тоа чистиот воздух е прв услов за заштита и здравје на респираторниот систем. Чистиот воздух и различни видови на физичка активност доведуваат до зајакнување, правилен развој и чување на органите за дишење.

Чистиот воздух е воздух кој содржи минимални количини на штетни честички, хемикалии и микроорганизми што можат да го нарушат здравјето. Тој е богат со кислород и нема високи концентрации на прашина, чад или издувни гасови. Кога вдишуваме чист воздух, нашите бели дробови полесно ја вршат размената на гасови, а телото добива доволно кислород за нормално функционирање. Чистиот воздух не ги иритира дишните патишта и не предизвикува кашлица, печење во нос или тешко дишење. Во такви услови, алвеолите работат ефикасно, а хемоглобинот правилно го снабдува организмот со кислород.

Престојот во средина со чист и свеж воздух го намалува ризикот од алергии, воспаленија и хронични болести на белите дробови. Тој, исто така, го поддржува здравјето на срцето бидејќи подобро оксигенираната крв циркулира низ телото. Децата и адолесцентите особено имаат корист од чист воздух, бидејќи нивните бели дробови сè уште се развиваат. Чистиот воздух ни овозможува да дишеме полесно, да се чувствуваме посвежи и да имаме повеќе енергија во текот на денот. Токму затоа важно е да престојваме во средини со низок степен на загадување и редовно да проветруваме затворени простории.

Во местата со голем број жители воздухот се **загадува** од автомобилските издувни гасови и од индустрискиот чад. Издувните гасови од возилата содржат јаглерод моноксид, азотни оксиди и други токсини кои ја попречуваат размената на гасови и доведуваат до стегане на бронхиите. Јаглерод моноксидот се врзува за хемоглобинот и го спречува транспортот на кислород што создава замор, краток здив и слабост. Долготрајното изложување го зголемува ризикот од астма, бронхитис и оштетување на ткивото на белите дробови.



Природните средини – паркови, шуми и плажи – најчесто обезбедуваат најкавалитетен воздух

Познато е дека PM-2,5 и PM-10 (пи-ем честички) се микроскопски честички што лесно се вдишуваат и продираат длабоко во белите дробови. PM-2,5 може да стигнат до алвеолите и да влезат во крвотокот, предизвикувајќи воспаление, кашлица и намален капацитет на дишење. PM-10 ги иритираат дишните патишта, го зголемуваат ризикот од астма и прават тешкотии при дишење.

Воздухот во земјоделските области содржи и чад од изгорените растителни остатоци на земјоделските површини и пестициди. Престојот во затворени простории, особено во простории каде што се пуши, постепено може да доведе до нарушување на процесите на правилно дишење. Поради тоа потребно е просториите во кои престојувате постојано да се проветруваат.

Чадот од цигарите содржи токсични материи како никотин, катран и јаглерод монооксид, кои ги оштетуваат слузокожата и ресичките во дишните патишта. Тие навлегуваат и до алвеолите каде што се таложат и предизвикуваат оштетувања. Ова доведува до хронично воспаление, намалена способност за филтрирање и поголем ризик од инфекции и болести. Кај младите, чадот особено ја намалува белодробната функција.

За да го ублажиме секојдневното дејство на загадениот воздух можеме да преземеме превентивни мерки за заштита – **рекреација на чист воздух**. Прошетките, особено за време на викендите, во планина или во паркови овозможуваат проветрување на белите дробови.



Споредба на големина на PM-честички со влакно



здравни бели дробови
розови, мазни, еластични,
функционираат добро и со
ефикасна размена на гасови



бели дробови на пушач
темни, со дамки, ригидни, со оштетено
ткиво и намалена функција како резултат
на акумулирање на токсини и катран

3Д-илустрација на бели дробови кај непушач и кај пушач

Активност**1. Дишењето при мирување и при вежбање**

Иамери го бројот на вдишувања во една минута додека седиш мирно, а потоа повтори го истото по една минута брзо движење или вежбање. Спореди ги резултатите и објасни зошто твоето тело бара побрза „вентилација“ кога мускулите работат.

2. Еко-предизвик

Напиши краток заклучок за тоа како загадениот воздух го отежнува дишењето и зошто „чистиот воздух е гориво“ за твоите дробови. Наброј три превентивни мерки за зачувување на здравјето на твоите бели дробови.

3. Дигитални детективи за белодробни заболувања

Истражи податоци за респираторни болести (како астма или бронхитис) предизвикани од загадувањето и внеси ги информациите во алатки со вештачка интелигенција (Google Gemini, ChatGPT Advanced Data Analysis, Claude.ai и сл.). Побарај од вештачката интелигенција да создаде графикони кои ги споредуваат стапките на заболување во различни земји или градови со различно ниво на загаденост. Проучи ги графиконите и изведи заклучок за причинско-последичната поврзаност помеѓу загадувањето на воздухот и појавата на одредени респираторни заболувања. Претстави ги твоите наоди пред класот.

Прашања за повторување

1. Како физичката активност влијае врз фреквенцијата и длабочината на дишењето? Зошто тоа е корисно за организмот?
2. Објасни како квалитетот на воздухот влијае врз здравјето на респираторниот систем.
3. Кои последици може да ги има долготрајното изложување на загаден воздух или алергени врз белите дробови?
4. Наведи и објасни најмалку две превентивни мерки кои помагаат во зачувување на здравјето на респираторниот систем.

Интересна биологија

- Пасивното пушење е вдишување на чад од цигари од другите луѓе. Тоа може да наштети дури и ако не пушиш. Дури и кратко изложување може да го оштети срцето и крвните садови кај непушачите. Луѓето што редовно се изложени на чад имаат 20–30 % поголем ризик од срцеви болести, мозочен удар и рак на белите дробови.

2.12 Градба и функција на органите на екскреторниот систем

Потсети се!

- Што е хомеостаза?
- Кои се крајните продукти на метаболизмот?
- Каде се апсорбира водата низ дигестивниот тракт?
- Колку вода има во крвта и лимфата?

Во човечкиот организам, како и кај сите живи организми, постојано се создаваат метаболички отпадни материи кои мора да се отстранат. Такви се јаглерод диоксидот, азотните соединенија, фосфатите, сулфатите и други. Дополнително, преку храната и воздухот во организмот се внесуваат и токсини, лекови и адитиви, кои исто така треба да се исфрлат. Најголем дел од овие материи се отстрануваат заедно со водата.

Водата сочинува околу 60 % од телесната маса кај човекот и има важна улога како растворувач, пренесувач и учесник во метаболичките процеси. Во неа се растворени соли, хранливи материи, гасови, отпадни материи, ензими и хормони. Промени во количината или во составот на телесните течности укажуваат на нарушувања во функционирањето на организмот.

Постојаноста на внатрешната средина се одржува преку прецизна регулација на внесот и излачувањето на вода и јони, во што учествуваат бубрезите, хормоните, механизмот за жед и регулацијата на pH-вредноста. Кај здрав човек, внесената и излачената количина вода е приближно еднаква. Возрасните лица внесуваат околу 2 500 mL вода дневно, дел преку пијалаци, а дел преку храната.

Кај човекот, излачувањето на вишокот вода и отпадните материи се одвива преку неколку екскреторни системи:

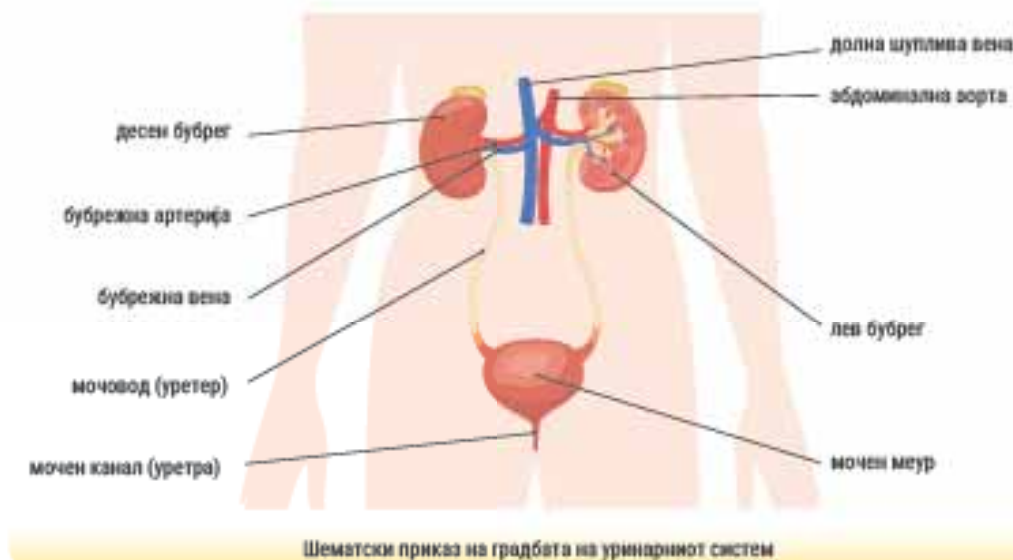
- **Уринарниот (екскреторен) систем** излачува вода, азотни отпадни материи и соли во форма на урина, при што дневно се исфрлаат околу 1–1,5 литри вода.
- **Дигестивниот систем** исфрла вода, соли, дел од жолчката и несварени остатоци во состав на изметот. Црниот дроб има значајна улога во разградувањето на токсини, лекови и производи од распаѓање на еритроцитите.
- **Респираторниот систем** го отстранува јаглерод диоксидот и водата во форма на водна пареа при издишување.
- **Кожата** учествува во екскрецијата преку потењето, при што се излачуваат вода, минерални соли и мали количества азотни материи.

Со регулирањето на водата и растворените материи во телесните течности се одржува стабилна внатрешна средина – хомеостаза, што е неопходна за нормално функционирање на организмот.

Доколку организмот не може ефикасно да го отстрани вишокот вода, таа се натрупва во меѓу-клеточните простори и се појавува оток (едем). Од друга страна, недоволниот внес на течности, особено при високи температури или како последица од проливи или повраќање, доведува до дехидратација, односно до намалување на количеството на вода во организмот.

Основни делови на уринарниот систем се:

- Два **бубрега** – Во овие органи се отстрануваат штетните материи од крвта, се одржува рамнотежа на телесните течности и се создава урината. Токму затоа тие функционираат како филтри во нашиот организам.
- Два **мочовода (уретери)** – Тоа се два цевчести органи што ја спроведуваат урината од бубрежите до мочниот меур.
- **Мочен меур** – Тој е резервоар за примање и чување на урината која стигнува преку двата мочовода.
- Еден **мочен канал (уретра)** – Тој е цевка што ја спроведува урината од мочниот меур надвор од организмот. Мочниот канал е во близина на вагината кај жените, а кај мажите минува низ пенисот. Во регулирањето на уринирањето помагаат прстенести мускули (сфинктери) што се наоѓаат во делот помеѓу мочниот канал и мочниот меур.



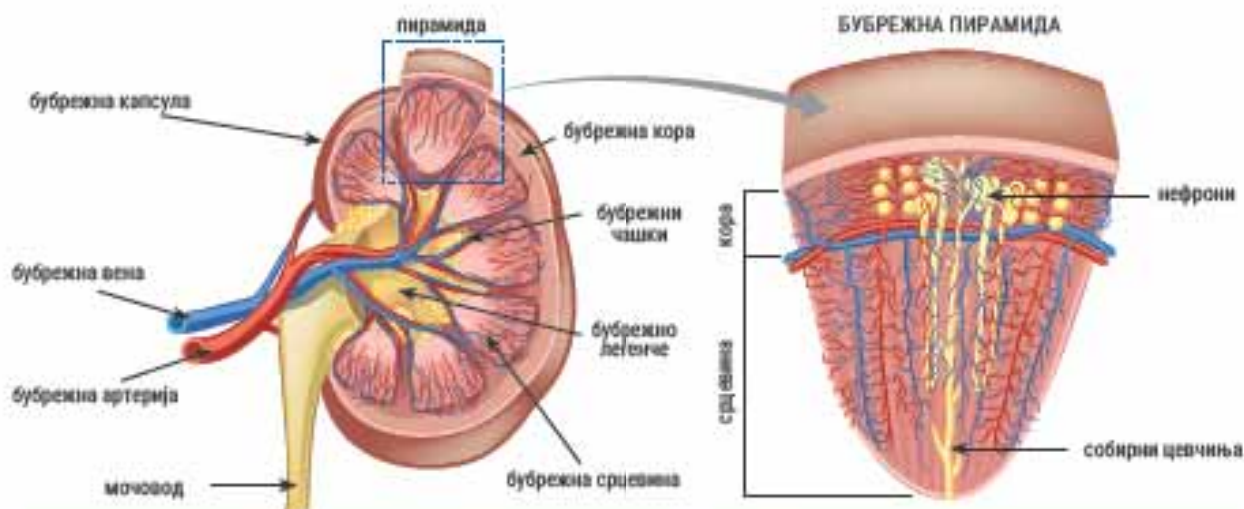
Шематски приказ на градбата на уринарниот систем

Двата бубрега се наоѓаат во горниот, слабински дел на stomачната празнина, од двете страни на 'рбетниот столб. Сместени се под дијафрагмата и се заштитени со долните ребра. Секој бубрег е обвиткан со фиброзна капсула, а над неа има слој од масно (адипозно) ткиво, кое служи за заштита и потпора.

Крвта пристигнува во бубрезите преку *бубрежната (ренална) артерија*, гранка на *абдоминалната аорта*. По прочистувањето, крвта го напушта бубрегот преку *бубрежната вена* која се влева во *долната шуплива вена*.

Бубрегот е жлездест орган со форма на грав, долг околу 10 cm, широк 5 cm и дебел 2,5 cm. На напречен пресек, бубрегот се состои од *бубрежна кора (cortex)*, *бубрежна срцевина (medula)* и *бубрежно леѓенче*. Во кората се сместени најголемиот број *нефрони*. Срцевината е изградена од *собирни канали* што формираат *пирамиди* чии врвови се насочени кон бубрежното леѓенче. Леѓенчето има форма на инка и преку *чашките* ја собира урината која потоа се спроведува во мочоводот и се собира во мочниот меур.

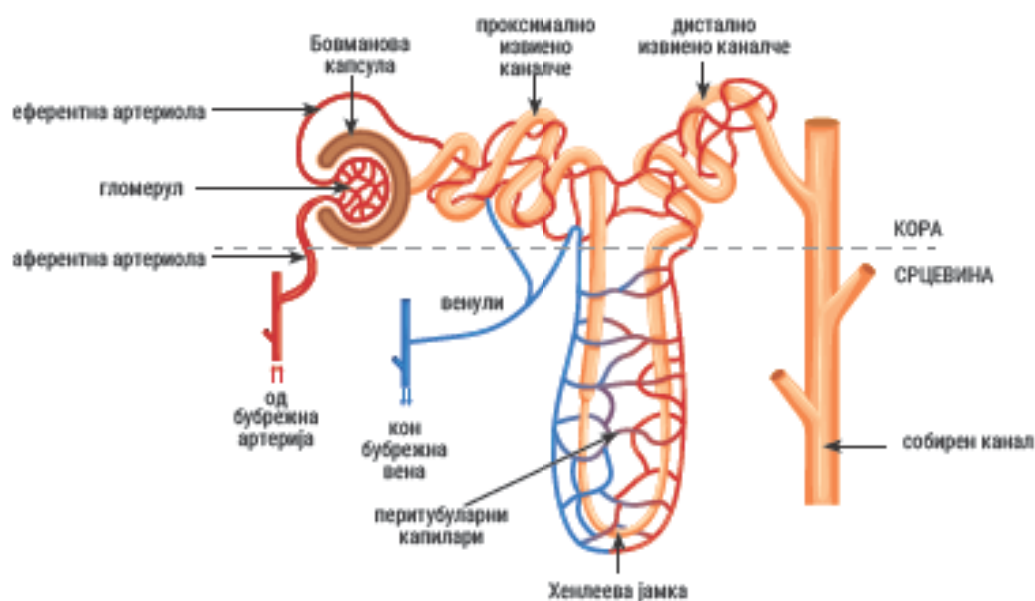
Основна структурна и функционална единица на бубрегот е **нефронот**. Секој бубрег содржи приближно околу еден милион нефрони. Нефронот е изграден од *Бовманова капсула* и систем од тенки, извиткани каналчиња. Во Бовмановата капсула се наоѓа *гломерулот* – мрежа од капилари во која започнува филтрацијата на крвта.



Шематски приказ на градбата на бубрег

Бовмановата капсула продолжува во проксималното извиено каналче кое преминува во Хенлеевата јамка (петелка), а потоа во дисталното извиено каналче. Дисталните каналчиња на повеќе нефрони се влеваат во собирни канали кои минуваат низ срцевината на бубрегот и се отвораат во бубрежното легенче. Вкупната должина на сите нефронски каналчиња во двата бубрега изнесува околу 100 – 120 km.

Гломерулот, Бовмановата капсула и поголемиот дел од извиените каналчиња се сместени во бубрежната кора, додека Хенлеевата јамка навлегува во срцевината. Во близина на гломерулот се наоѓа јукстагломеруларниот апарат (ЈГ-апарат), кој има важна улога во регулацијата на крвниот притисок и работата на бубрезите.



Шематски приказ на градба на нефрон

Уринарните (мочните) патишта ја спроведуваат урината од бубрезите до надворешната средина и ги опфаќаат мочоводите, мочниот меур и мочниот канал.

Мочоводите се два долги и тенки мускулни канали што ја пренесуваат урината од бубрезите до мочниот меур. Нивната должина изнесува околу 25 – 32 cm. Косото влегување на мочоводите во видот на мочниот меур го спречува враќањето на урината во спротивна насока.

Мочниот меур е мускулен резервоар во кој се собира урината пред да биде исфрлена од организмот. Неговата зафатнина е приближно 400 – 600 mL. Сидот на мочниот меур е изграден од слузница, сврзано ткиво и три слоја мазни мускули кои му овозможуваат значително растегнување. Кога е празен, мочниот меур е мал и збрчкан, а при полнење се зголемува. Празнењето на мочниот меур се нарекува уринирање (микција) и е контролирано со внатрешен и надворешен сфинктер. Кај децата овој процес е рефлексен, а со растењето станува волно контролиран од центар што се наоѓа во кората на големиот мозок.

Мочниот канал (уретра) ја спроведува урината од мочниот меур надвор од организмот. Кај жените, тој е краток (околу 4 cm) и има само екскреторна функција. Тој се отвора во предворјето на вагината, помеѓу малите усни, над вагиналниот отвор кај жените. Кај мажите, мочниот канал е подолг (околу 20 cm), поминува низ простатата и пенисот и има двојна функција – служи за исфрлање на урината и за пренос на половите клетки.

Активност

Мапирање на „филтерот“ на телото

Во групи од 4–5 ученици нацртајте шема на уринарниот систем, точно означете ги органите и нацртајте го патот на урината. Користете стрелки во боја за јасно да го прикажете целиот процес.

Секоја група нека ја објасни својата шема пред класот.

Прашања за повторување

1. Што ќе се случи ако во телото внесеме многу течности?
2. Како е изграден бубрегот?
3. Што е улогата на мочниот меур?
4. Што е нефрон и кои се неговите составни делови?

Интересна биологија

- Низ твоите бубрези поминува целата твоја крв околу 40 пати во текот на само еден ден.
- Мочниот меур на возрасен човек може да се растегне и да собере помеѓу 400 и 600 милилитри течност. Тој му праќа сигнал на мозокот дека е време за празнење кога ќе се наполни само до четвртина од својот капацитет.

2.13 Функции на бубрезите и на кожата

Потсети се!

- Што е филтрација?
- Како е изграден бубрегот?
- Што е урина и каде се формира таа?

Создавањето на урината започнува во гломерулот и Бовмановата капсула, кои заедно го сочинуваат **Малпигиевото телце**. Сидовите на гломеруларните капилари се решетести и пропустливи за вода и мали растворени материи, но не се пропустливи за крвните клетки и големите протеини. Поради тоа што доводната артериола е поширока од одводната, во гломерулот се создава висок крвен притисок кој е 3–4 пати поголем од оној во другите капилари. Овој зголемен притисок овозможува преминување на течноста и растворените материи од крвта во Бовмановата капсула. Процесот се нарекува **гломеруларна филтрација**, а добиената течност **гломеруларен филтрат** или **примарна урина**. Примарната урина содржи вода, јони, глюкоза, аминокиселини, уреа и дел од лековите.

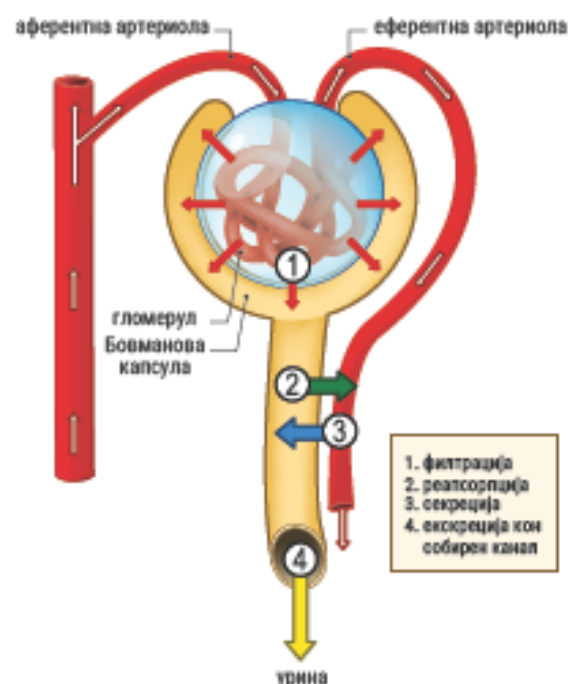
За 24 часа низ бубрезите протекуваат околу 1 700 литри крв, при што се создаваат 160–180 литри примарна урина, а од организмот се излачуваат само 1–1,5 литар конечна урина. Ова значи дека најголемиот дел од филтратот повторно се враќа во крвта.

Примарната урина преминува во бубрежните каналчиња каде што се одвиваат **реабсорпција** и **секреција**. Преку процесот на **реабсорпција**, водата и корисните материи (глюкоза, аминокиселини, јони) се враќаат во крвта. Ова е овозможено од големата апсорпциска површина на нефроните, која изнесува околу 40 – 50 m².

Покрај филтрацијата и реабсорпцијата, конечната урина се формира и со **тубуларна секреција** при која одредени материи преминуваат од крвта во каналчињата. Особено значајна е секрецијата на водородни и калиумови јони со што се регулира ацидо-базната рамнотежа на организмот. Во дисталното извиено каналче во филтратот (примарната урина) се излачуваат уреа, амонијак, креатинин, токсини и јони. Течноста што останува ја формира конечната (секундарна) урина која се собира во собирните каналчиња.

Во собирните каналчиња, под дејство на осмоза и хормонска регулација, дел од водата повторно се реабсорбира, со што урината станува поконцентрирана, а организмот ја задржува водата.

Ако концентрацијата на супстанцата во крвта е повисока од нормалната, бубрезите ја филтрираат до достигнување на нормалната



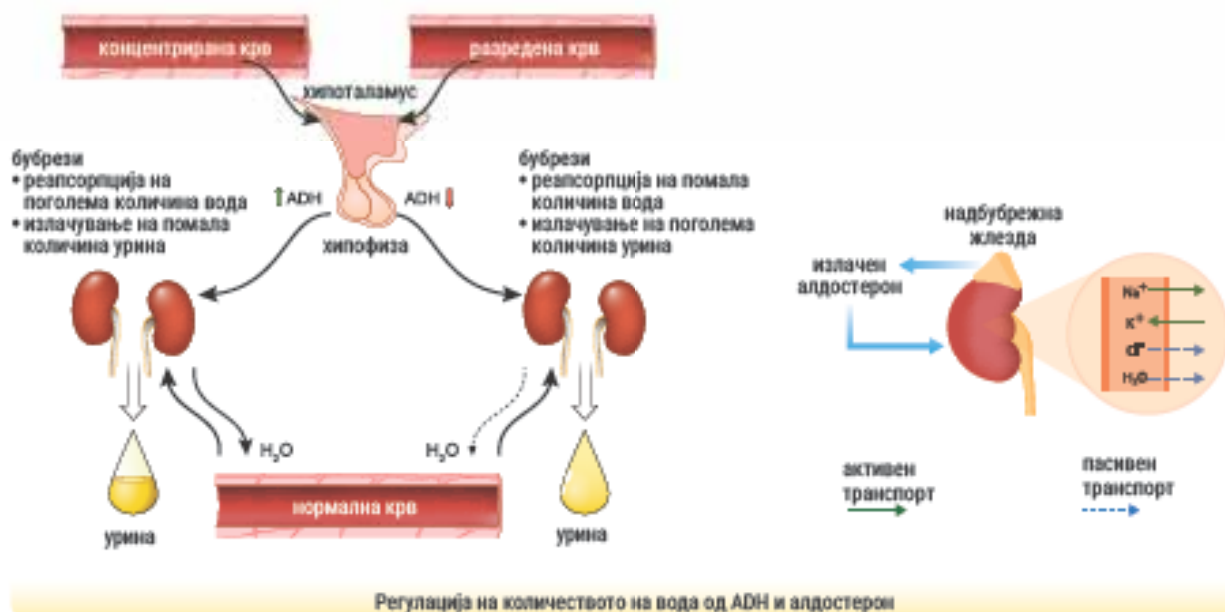
Создавање на урината со гломеруларна филтрација, секреција и реабсорпција во нефронот

концентрација, а вишокот се исфрла со урината. Така, кога концентрацијата на глюкоза надминува 180 mg/dL (10 mmol/L), бубрежните каналчиња не можат целосно да ја реасорбираат и таа се излачува во урината – состојба наречена глюкозурија. Ваквата состојба најчесто е предизвикана од неконтролирана шеќерна болест (diabetes mellitus).

Количеството на водата што се исфрла со урината е под контрола на антидиуретичниот хормон (ADH) и алдостеронот. ADH го прави видот на дисталните и собирните каналчиња попропустлив за вода, овозможувајќи дел од водата да се врати во крвта.

Излачувањето на ADH се контролира преку фидбек-систем (повратна спрега). Имено, кога крвта станува поконцентрирана, хипоталамусот создава поголемо количество на хормон што се испраќа до задниот дел на хипофизата и од таму ADH се ослободува во крвта. Преку крвта доаѓа до дисталните и собирните каналчиња и го регулира враќањето на водата во организмот. Крвта се разређува со што дразбата на хипоталамусот престанува. Недостатокот на ADH предизвикува нешеќерен дијабетес (diabetes insipidus) со излачување на големи количини вода и силно чувство на жед, слично на дијабетес мелитус.

Алдостеронот произведен во кората на надбубрежната жлезда, исто така дејствува во дисталните и собирните каналчиња. Овој хормон ја зголемува реасорпцијата на натриум (Na^+) и ја стимулира секрецијата на калиум (K^+) со што ги одржува водно-електролитната рамнотежа и крвниот притисок.



Покрај во создавањето на урината со процесите на гломеруларна филтрација, реасорпција, секреција, бубрезите имаат и многу значајни функции, како:

- Екскреција на отпадни супстанции – бубрезите излачуваат крајни продукти на клеточниот метаболизам, вишок соли и токсини. На пример, уреата е главен отпаден производ од разградување на аминокиселини.
- Одржување на водната рамнотежа – бубрезите ја регулираат количината на вода во организмот, изедначувајќи ги дневните варијации на внесот и губењето на вода.
- Регулација на ацидо-базичната рамнотежа – бубрезите одржуваат стабилна pH-вредност на телесните течности излачувајќи вишок киселини или бази создадени при метаболизмот или внесот на храна.

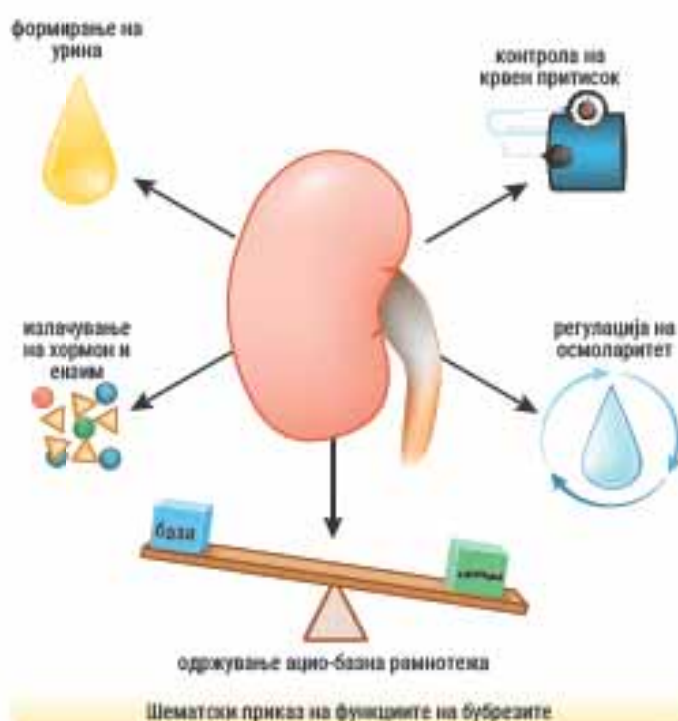
- Создавање ренин – ензим кој учествува во регулирањето на крвниот притисок.
- Создавање на еритропоетин – хормон што стимулира создавање на еритроцити во црвената коскена срцевина.

УРИНА

Урината е бистра течност со светложолта боја која потекнува од присуството на жолчни бои. Кај здрав човек урината има слабо кисела pH (5-7) поради присуството на кисели фосфати. Конечната урина содржи 95 % вода, а останатите 5 % припаѓаат на суви материји од кои околу 3 % се органски молекули, а 2 % минерални соли. Во урината се растворени следниве материји:

- Азотни крајни производи, во кои спаѓаат уреата, мочната киселина и креатининот.
 - Уреата е непотребен продукт од метаболизмот на азот кај цицачите и човекот, а се создава во црниот дроб. Во црниот дроб, токсичниот амонијак добиен со метаболизирање на аминокиселините се претвора во уреа, што потоа со крвта се пренесува до бубрезите и се излачува со урината.
 - Мочната киселина е краен метаболички продукт од разградувањето на нуклеинските киселини и е слабо растворлива во вода.
 - Креатининот е отпаден продукт што настанува при разградување на креатин-фосфатот во мускулите што служи за брзо ослободување енергија. Тој постојано се создава, навлегува во крвта и во бубрезите се филтрира без да се реасорбира, па се излачува со урината.
- Електролити, како натриум хлоридот и различни видови сулфати и фосфати, се исфрлаат од урината во одредени количества за да се задржи нивната нормална концентрација во крвта.
- Жолтата боја на урината потекнува од пигментот уробилин кој настанува при разградување на хемоглобинот од старите еритроцити. Интензитетот на жолтата боја зависи од неговата концентрација.

Испитувањето на урината е важен дел за проценка на функционалноста на бубрезите и општата состојба на организмот. Рутинските анализи опфаќаат испитување на бојата, заматеноста, pH-вредноста и специфичната тежина на урината. Во урината можат да се откријат и одредени соединенија што укажуваат на заболувања.



Рутинска анализа на урина

КОЖАТА КАКО ОРГАН ЗА ИЗЛАЧУВАЊЕ

Во процесот на отстранувањето на непотребните материи од организмот, покрај бубрезите, учествува и кожата, чија улога е главно во екскреција на дел од водата и мало количество на уреа и соли.

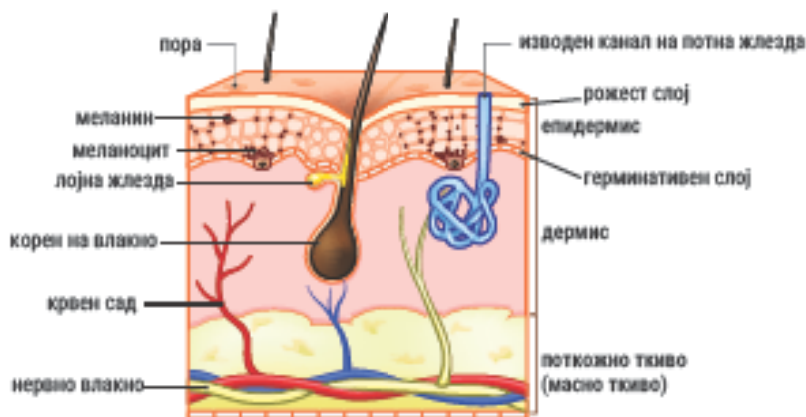
Кожата има повеќе функции. Таа е надворешна обвивка што како тенок слој го обвиткува организмот. Нејзината површина е околу $1,5\text{--}2\text{ m}^2$. Дебелината на кожниот слој варира во разни делови од телото од 1 до 4 mm. Кожата претставува орган (во најголем дел) поради тоа што содржи неколку видови ткива како: епително, сврзано и нервно ткиво. Од друга страна, таа може да се нарече и покривен (интегументарен) систем бидејќи вклучува жлезди, садови, нерви и поткожен слој, што сите заедно функционираат како систем. Името доаѓа од зборот интегумент што значи „покривач“. И терминот кутанозен систем се однесува на кожата.

Кожниот систем е составен од кожата и поткожниот слој што содржи градби што се поинакви од оние во кожата. Кожата е изградена од два главни слоја: епидермис и дермис.

Епидермисот е површинскиот слој на кожата. Неговите надворешни клетки постојано опаѓаат, а нови се создаваат во најдлабокиот слој наречен *герминативен слој*. Најгорниот слој на епидермисот се нарекува *рожест слој* и е изграден од мртви, кератинизирани клетки кои ја штитат кожата. Во најдолниот слој на епидермисот се создава меланин – пигмент што ја одредува бојата на кожата. На одредени места, како прстите на дланките, прстите на нозете и табаните, кожата има испупчувања и вдлабнатини кои создаваат отпечатоци од прсти. Овие отпечатоци се единствени за секој човек и служат за идентификација, а настануваат поради заемното обликување на епидермисот и дермисот.

Дермисот се нарекува „вистинска кожа“ и е изграден од еластично сврзано ткиво. Тој е богато снабден со крвни садови и нервни завршетоци поради што кожата е чувствителна и добро исхранета. Дебелината на кожата не е иста на сите делови од телото – на дланките и на табаните кожата е подебела, а на очните капаци е многу тенка и нежна. Поголемиот дел од кожните творби, како потните и лојните жлезди и влакната, се сместени во дермисот или навлегуваат во поткожните слоеви.

Дермисот е тесно поврзан со поткожните слоеви. Поткожното ткиво е изградено од еластично и фиброзно сврзано ткиво, како и од масно (адипозно) ткиво коешто служи за изолација и резерви на енергија. Најголемите крвни садови поминуваат низ поткожните слоеви и ја снабдуваат кожата со хранливи материи, а истовремено помагаат во терморегулацијата (одржувањето на телесната температура). Некои кожни творби, како потните жлезди и корените на влакната, се сместени во поткожното ткиво. Овој слој е богат со нерви и нервни завршетоци кои ја дополнуваат чувствителноста на дермисот и епидермисот.



Схематски приказ на градба на кожа на надолжен пресек

Кожата има своја боја која зависи од количеството на пигментот меланин и од крвта што тече низ површинските крвни садови. Меланинот го штити телото од ултравиолетовите зраци и се наоѓа и во влакната и во ирисот на окото.

Со стареењето, кожата ја губи еластичноста, се создаваат брчки и „старечки“ кафеави петна, поткожното масно ткиво се намалува, а потните жлезди работат помалку, што ја прави кожата сува. Влакната стануваат потенки, посиви или бели, а ноктите се задебелуваат и ја губат бојата.

Кожни творби

Потните жлезди се цевчести клопчести структури сместени во дермисот и поткожното ткиво. Секој потен канал се отвора на површината на кожата со пора. Потта, составена од вода, малку минерални соли и органски материи, учествува во регулирањето на телесната температура преку испарување. На некои делови од телото, како главата, пазувите и стапалата, потните жлезди се погусто распоредени.

Лојните жлезди се кесички што лачат секрет (себум), кој ги подмачкува кожата и влакната, ја одржуваат еластичноста и ги штити од надворешни агенси. Каналите на лојните жлезди се отвораат во фоликулите на влакната. Ако се затнат, се создаваат лојни цисти или мозолки.

Млечните жлезди се парни жлезди сместени во градниот дел. Кај жените се развиваат во пубертетот, а за време на доењето произведуваат млеко.

Други кожни жлезди се **церуменозните жлезди** во ушниот канал (произведуваат ушен восок), **цилијарните жлезди** на очните капаци и **мирисните жлезди** кои се сместени под пазувите, околу половите органи и аналниот отвор и лачат секрет со специфичен мирис.

Влакната и ноктите се **рожни творби** на кожата. Тие растат од фоликули – задебелувања во кожата кои понекогаш се поврзани со тенки мазни мускули. Кога овие мускули се контрахираат, влакното се исправува и создава испупчување на кожата. Ноктите се тврди кератински израстоци на прстите произведени од клетки во слоевите на епидермисот. Новите клетки се создаваат постојано во коренот на ноктот.

Функции на кожата

Кожата има повеќе функции, меѓу кои:

- **Заштитна улога** – Кожата го штити телото од надворешни влијанија како ветер, вода, УВ-зрачење и микроорганизми. Надворешниот слој на епидермисот од кератински клетки создава непропустлива бариера која спречува губење на вода и навлегување на патогени. Постојаната замена на овие клетки овозможува механичко отстранување на микроорганизмите од површината на кожата.
- **Регулација на телесната температура** – Кожата испушта топлина преку крвните садови и потта. При високи температури, крвните садови се прошируваат (вазодилатација), при што се оддава топлина. При ниски температури, крвните садови се собираат (вазоконстрикција) за да се зачува топлината.
- **Сетилни функции** – Во дермисот се сместени многу нервни завршетоци и рецептори за болка, допир, притисок и температура, што ја прави кожата важен сетилен орган.
- **Апсорпција, секреција и регенерација** – Кожата може да апсорбира одредени материи и да излучува штетни супстанции преку потните и лојните жлезди. Таа има способност за регенерација, така што повредени делови се надоместуваат со нов епидермис.
- **Синтезата на витамин D** – Кога кожата е изложена на сончева светлина, особено на ултравиолетовите зраци, во епидермисот од холестерол се создава провитамин D3, кој потоа

се претвора во витамин D3 (холекалциферол) важен за здравјето на коските, мускулите и имунитетот.

Поради улогата на кожата во организмот, нејзината хигиена и нега се многу важни. Правилната исхрана и добра циркулација помагаат за здравјето на кожата. Редовното чистење, отстранување на нечистотиите и лекувањето на оштетените делови го одржува површинскиот слој слабо кисел, што спречува развој на бактерии. Особено е важно внимателно миене на рацете со сапун, вклучувајќи ги деловите под ноктите, бидејќи тоа се главни патишта за навлегување на бактерии во организмот.

Кожата треба да се заштити и од преголема изложеност на сонце. Соодветната заштита пред и за време на сончање го намалува ризикот од оштетување, спречува брзо стареење и ја намалува можноста за појава на канцерозни промени.

Активност

Симулација на бубрег

Формирајте групи од по 4–5 ученици. Секој ученик добива улога (гломерул, каналчиња, собирен канал, кожа) и со картички/знаци треба да прикаже кои материи се филтрираат, кои се враќаат во крвта, а кои се излачуваат. На крај секоја група објаснува како нивната улога придонесува за прочистување на крвта и излачување на отпадни материи.

Прашања за повторување

1. Објасни ги процесите филтрација и реапсорпција.
2. Наведи по еден пример за улогата на бубрезите и кожата како органи за излачување.
3. Која материја се реапсорбира под дејство на ADH и како?
4. Зошто кожата се смета за систем?

Интересна биологија

- Дијализа е процес во кој се отстрануваат отпадни супстанции од крвта кога бубрезите не функционираат правилно. Крвта минува низ машина со полупропустлива мембрана, каде што молекули како уреа се движат од место со поголема концентрација кон помала. Машината ја заменува функцијата на бубрезите, а растворот во неа, наречен дијализат, ја регулира размената на супстанциите.

2.14 Одржување на здравјето на екскреторниот систем

Потсети се!

- Која е основната функција на бубрезите?
- Што ќе се случи ако нивото на водата во организмот не може да се контролира?
- Што ќе се случи ако телото не може да ги отстрани штетните метаболитни супстанции?

Екскреторниот систем и неговото нормално функционирање е многу важно бидејќи му помага на организмот да се ослободи од отпадните материи и да ја одржува внатрешната рамнотежа. Сепак, постојат огромен број нездравии навики или практики што доведуваат до негово оштетување, а со тоа и промени во организмот како целина.

ВЛИЈАНИЕТО НА РАЗЛИЧНИ ВИДОВИ НА ЗАВИСНОСТИ ВРЗ ЕКСКРЕТОРНИОТ СИСТЕМ

Зависностите претставуваат појава при која човекот развива силна потреба да користи одредена супстанца или да се впушта во одредено однесување, иако тоа му наштетува на здравјето, односите или секојдневното функционирање. Тие се јавуваат постепено како последица на повторено изложување на супстанца или навика што предизвикува чувство на задоволство, олеснување или „бегство“ од стрес.

Постојат различни видови зависности кои најчесто се делат на зависности од супстанции (како алкохол, никотин, дроги, лекови што се злоупотребуваат) и зависности од однесување (како неконтролирано користење компјутери и телефони, игри на среќа, прекумерно јадење или купување). Според тоа како влијаат врз организмот, зависностите се делат на физички – при што телото реално се навикнува и реагира со одредени симптоми (тремор, гадење, раздражливост) и психички – при што се јавува силна емоционална или ментална потреба да се повтори однесувањето за да се почувствува сигурност, опуштеност или задоволство.

Кај младите луѓе зависностите се особено опасни бидејќи нивниот мозок сè уште се развива и е многу почувствителен на надворешни влијанија. Во оваа возраст се формираат навики, критичко размислување и способност за самоконтрола, па секоја супстанца или однесување што создава зависност може да предизвика сериозни нарушувања во учењето, меморијата, расположението и социјалниот развој.

Кај зависностите од супстанции можно е развивање хронични болести на срцето, црниот дроб, белите дробови, бубрезите, оштетување на мозокот, нарушувања во хормоналниот и имунолошкиот систем. Психичките зависности можат да доведат до анксиозност, депресија, нарушени социјални односи и проблеми со донесување одлуки. Навиките стекнати во младоста многу често продолжуваат и во зрелите години каде што последиците стануваат уште поизразени и потешки за надминување.

Затоа е исклучително важно да се разбере и да се знае дека зависностите не се само „лоши навики“, туку состојби кои ја нарушуваат природната хомеостаза, влијаат на развојот и носат ризици што можат да го следат човекот целиот живот.

Алкохолот е психоактивна супстанца што влијае на мозокот и на нервниот систем предизвикувајќи опуштеност или еуфорија. Со честа употреба мозокот се навикнува и бара поголеми количества за истиот ефект, што води до зависност. Долготрајната употреба, наречена *алкоголизам*, сериозно го

загрозува телесното и менталното здравје, училишните резултати и секојдневното функционирање. Кај младите, чие тело и мозок сè уште се развиваат, алкохолот го нарушува учењето, меморијата, донесувањето одлуки и контролата на однесувањето. Зависноста кај тинејџерите се развива побрзо отколку кај возрасните.

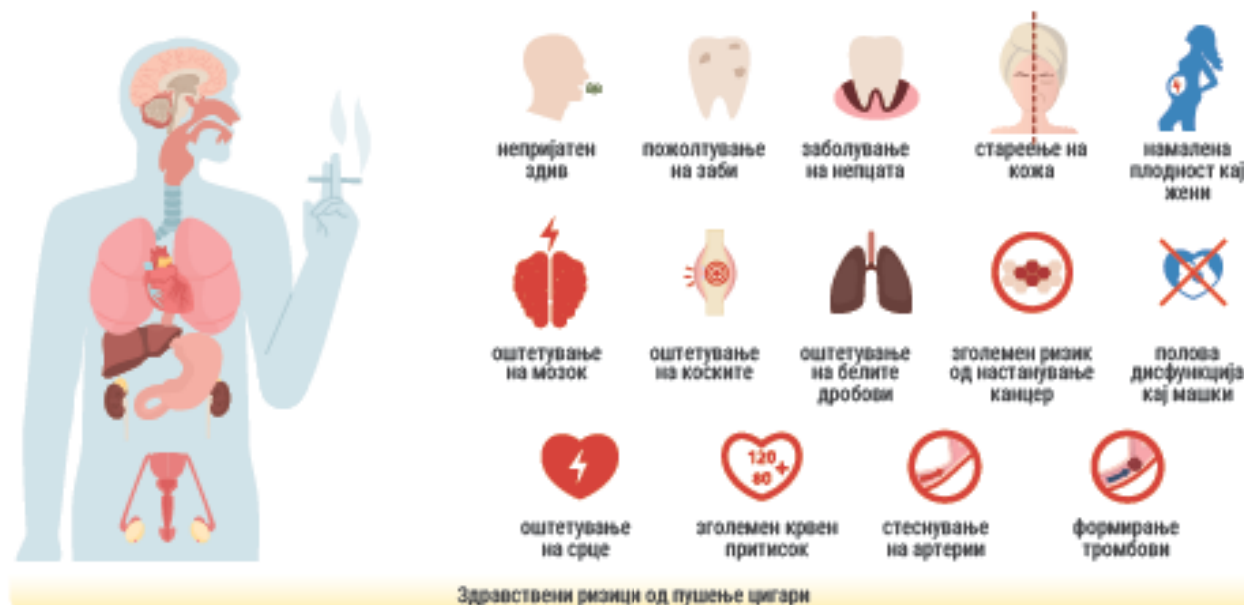
Алкохолот ја нарушува и работата на екскреторниот систем. Тој го намалува дејството на антидиуретичниот хормон (ADH) што ја намалува реасорпцијата на вода во бубрезите. Последица е создавање на поголемо количество урина, често мокрење и губење вода и електролити, што предизвикува жед, главоболка, замор и сува уста. Дополнително, алкохолот ја зголемува активноста на кожата преку потење, што ја забрзува дехидратацијата.

Поради овие ризици, за тинејџерите нема безбедна количина алкохол. Најдобрата заштита е целосно избегнување со што се штити развојот, здравјето и се создава основа за стабилен и успешен живот.

Пушењето цигари е една од најопасните навики бидејќи тутунот содржи никотин – супстанца што предизвикува силна зависност. Кога се пуши, никотинот брзо стигнува до мозокот и создава краткотрајно чувство на релаксација. Со време, мозокот се навикнува и бара повеќе никотин, што доведува до зависност. Опасноста не доаѓа само од никотинот, туку и од токсичниот чад кој содржи над 7 000 хемикалии, вклучувајќи канцерогени. Тој ги оштетува белите дробови, срцето, крвните садови и кожата, предизвикува хронични заболувања, кашлица, краток здив, намалена отпорност на инфекции и зголемен ризик од тумори.

Пушењето ги оштетува бубрезите преку стеснување на крвните садови и намалување на филтрацијата, а кожата станува сува, побрзо старее и губи дел од заштитната функција.

За тинејџерите (14–16 години), пушењето е особено штетно: мозокот и телото се сè уште во развој, а никотинот го нарушува учењето, концентрацијата, меморијата и контролата на импулсите.



Најдобрата превенција е воопшто да не се започне со пушење.

Електронските цигари (е-цигари) се уреди кои создаваат пареа што се вдишува наместо чад како кај обичните цигари. Тие обично содржат батерија, грејач и мал резервоар исполнет со течност наречена е-ликвид. Оваа течност најчесто содржи никотин, ароми и различни хемикалии кои кога ќе се загреат се претвораат во аеросол (пареа). Иако изгледаат поинаку од класичните цигари, сепак и со електронските цигари во организмот се внесуваат супстанции кои можат да му наштетат.

Важно е да се знае дека електронските цигари не го штитат телото целосно од штетните ефекти на пушењето. Може да содржат помалку штетни материји од класичните цигари, но сè уште претставуваат ризик – особено поради никотинот кој предизвикува силна зависност и го забрзува пулсот, го оштетува кардиоваскуларниот систем и влијае врз развојот на мозокот кај тинејџерите. Електронските цигари ги оштетуваат бубрезите преку намалување на протокот на крв и филтрирање на токсините кои директно ги уништуваат нивните ткива. Истовремено, овие канцерогени материји се таложат во мочниот меур, што драстично го зголемува ризикот од воспаленија и рак. Многу истражувања покажуваат дека тинејџери кои користат е-цигари имаат поголеми шанси да почнат да пушат редовни цигари во иднина. Поради овие причини, немој да користиш електронски цигари.

Зависноста од **наркотични средства**, или наркоманијата, е сериозна хронична болест на мозокот при која човекот продолжува да користи дроги и покрај штетните последици. Дрогите дејствуваат на мозочните структури поврзани со задоволство, мотивација и емоции, предизвикувајќи нагло зголемување на допамин, „хемикалијата за награда“. Мозокот брзо се навикнува и бара сè поголеми дози, што води до зависност. Долготрајната употреба го оштетува мозокот, ја нарушува меморијата, концентрацијата, расположението и предизвикува психички нарушувања. Кај младите, чиј мозок сè уште се развива, дрогите го нарушуваат созревањето на деловите одговорни за учење, емоции и донесување одлуки. Тоа може да доведе до лоши училишни резултати, ризично однесување, слаба самоконтрола и нарушен развој на личноста.

Дрогата најчесто се апсорбира преку белите дробови, слузниците или крвта. Црниот дроб ја метаболизира дрогата, но метаболитите честопати се токсични и го оштетуваат црниот дроб, бубрезите и нервниот систем.

Различните дроги можат да го оштетат екскреторниот систем директно или преку токсични метаболити предизвикувајќи воспаление, оштетување на нефроните и намалена филтрација на крвта. Кожата исто така страда, може да стане сува, склона кон акни или инфекции.

Апстиненцијата се јавува кога лице што долго користело психоактивна супстанца (никотин, алкохол, дроги или лекови) одеднаш ќе престане или значително ќе ја намали употребата. Организмот, навикнат на редовното присуство на супстанцата, не може веднаш да се приспособи, што предизвикува физички и психички симптоми познати како апстинентна криза. Кризата се појавува затоа што мозокот и нервниот систем се променети од долготрајната употреба. Симптомите зависат од видот на зависноста, но најчесто вклучуваат: вознемиреност, раздражливост, силна желба за супстанцата, главоболка, потење, забрзано чукање на срцето, несоница, стомачни тегоби, пад на концентрацијата и промени во расположението. Кај посилни дроги како хероин или некои меди-каменти, апстиненцијата може да биде сериозна и да бара медицински надзор.

Кај младите, чиј мозок е во развој, апстиненцијата може да биде поинтензивна. Тоа предизвикува силни емоционални реакции – страв, паника, раздражливост, тага или агресија – и може да доведе до проблеми со учење, внимание и контрола на импулсите. Справувањето со апстиненцијата бара поддршка и стручна помош. Кај младите, поддршката од семејството и училиштето е клучна за справување со интензивните чувства.

Допингот претставува употреба на супстанции или методи кои вештачки ја зголемуваат физичката сила, издржливост или спортските резултати. Сè почесто се користи и кај млади кои сакаат

побрзо да ја зголемат мускулната маса или да изгледаат „посилни“, што е особено опасно бидејќи нивните организми се во развој и чувствителни на хормонални и метаболички нарушувања.

Постојат различни видови допинг и тие можат да се поделат според дејството:

- Хормонски допинг – вклучува употреба на стероиди, тестостерон, хормон за раст.
- Стимуланси – како амфетамини, кофеин во огромни дози или нелегални супстанции што ја зголемуваат будноста и издржливоста.
- Крвен допинг – вештачко зголемување на бројот на еритроцитите или користење на хормонот еритропоетин, за подобро снабдување на телото со кислород.
- Допинг со психоактивни супстанции – користење дроги како кокаин или марихуана со цел поголема храброст, намалена болка или зголемена мотивација.

Употребата на допинг кај млади е особено ризична. Имено, хормоналниот систем во оваа возраст не е стабилен, па надворешните хормони или стимуланси можат трајно да го нарушат растот, развојот на половите карактеристики, здравјето на коските и психичкиот баланс. Кај многу луѓе кои рано започнале со дополнителни хормони, растот на коските предвремено се затвора, што резултира со пониска конечна телесна висина. Анаболни стероиди, стимуланси и други супстанции што се користат како допинг го оптоваруваат црниот дроб и бубрезите, бидејќи тие органи мора да ги обработат токсичните метаболити. Допингот може да предизвика зголемено лачење на протеини и крв во урината, оштетување на нефроните и нарушување на водно-електролитниот баланс. На кожата се појавуваат акни, воспаленија и зголемено лачење, што се резултат на хормонските промени и токсичноста на супстанциите.

ЗДРАВИ НАВИКИ ЗА ЗАШТИТА НА БУБРЕЗИТЕ И КОЖАТА

Една од најважните здрави навики за заштита на бубрезите и кожата е **редовното пиење вода**. Кога телото е добро хидрирано, бубрезите полесно ја филтрираат крвта и создаваат урина. Затоа добро е тинејџерите да пијат 6–8 чаши вода дневно. Со тоа се овозможува и кожата да остане еластична, чиста и хидрирана.

Втора важна навика е **намалувањето на солта во исхраната**. Прекумерната сол го оптоварува бубрежниот систем и може да доведе до задржување течности и висок крвен притисок. Истовремено, здрава исхрана богата со овошје, зеленчук и цели зрна обезбедува витамини и минерали што ја штитат и кожата и бубрезите.

Избегнувањето алкохол, цигари, електронски цигари и дроги е критично за заштита на екскреторниот систем.

Голема улога има и редовната **физичка активност**. Движењето ја подобрува циркулацијата и овозможува побрза и поефикасна работа на сите органи за излачување. Со вежбање кожата се поти, што помага во исфрлање на дел од отпадните материи, а истовремено порите се одржуваат чисти.

Уште една важна навика е одржувањето на **добра лична хигиена**. Редовно туширање и чистење на кожата спречува развој на бактерии, затнување на порите и појава на воспаленија.



Здрава навика за редовното пиење вода



Здрава навика за намалувањето на солта во исхрана

За здрави бубрези, важно е и редовното празнење на мочниот меур. Задржувањето на урината долго време го зголемува ризикот од инфекции, затоа добро е учениците да развијат навика да не ја игнорираат потребата за одење во тоалет.

На крај, неопходно е доволно спиење и управување со стресот. Неквалитетниот сон и постојаниот стрес го нарушуваат имунитетот што може да ја ослабне и работата на бубрезите и да ја направи кожата почувствителна и склона кон воспаленија.



Здрава навика за доволно спиење

Активност

1. Здрав екскреторен систем

Формирајте групи од по 3 ученици. Секоја група добива листа на супстанции (алкохол, цигари, електронски цигари, дроги) и кратки сценарија. Треба да направите табела: супстанца → влијание на бубрезите → влијание на кожата → последици. Потоа, предложете три здрави навики за заштита на екскреторниот систем. На крај, секоја група нека ја презентира табелата и здравите навики и дискутирајте за заклучоците.

2. Презентација на зависности

Поделете се во групи од неколку ученици и избере тема: алкохол, дроги или допинг и сл. Со користење на алатки со вештачка интелигенција (ChatGPT, Google Gemini, Bing Copilot или Perplexity AI) подгответе кратка презентација (2–3 минути) со најважните последици. На крај сите дискутирајте за заедничките и различните ефекти на зависностите.

Прашања за повторување

1. Наведи по еден пример за улогата на бубрезите и кожата како органи за излучување.
2. Како алкохолот, цигарите и дрогите влијаат врз работата на бубрезите и кожата?
3. Зошто се важни здравите навики како доволен внес на вода и здрава исхрана за заштита на екскреторниот систем?
4. Кои штетни ефекти ги има алкохолот во телото на човекот? Објасни зошто.

Интересна биологија

- Многу спортисти изгубиле медали или титули поради користење на допинг. На пример, спринтерот Бен Џонсон на Олимписките игри во Сеул 1988 година и атлетичарката Марион Џонс на Олимписките игри во Сиднеј 2000 година. Велосипедистот Ланс Армстронг ја загуби својата рекордна серија на Тур де Франс, а атлетичарот Марсел Китер беше дисквалификуван од Светското првенство во 2007.



2.15 Градба и функција на деловите од локомоторниот систем

Потсети се!

- Како се движи градниот кош во процесот на белодробната вентилација?
- Зошто е важен калциумот и неговите соли што се составен дел од храната?
- Каде се создаваат крвните формативни елементи?

Движењето е една од основните функции на човекот и составен дел од секојдневниот живот. Иако најчесто не размислуваме за тоа, движењето претставува сложен процес во кој учествуваат повеќе структури. Цврстиот скелет му дава потпора на телото, зглобовите овозможуваат поврзување и подвижност помеѓу коските, а мускулите, прицврстени за скелетот, со своето собирање и опуштање ја создаваат силата потребна за **движење**. Само со нивната заедничка и координирана работа човекот може да ги извршува секојдневните задачи, од одење и трчање, до пишување, подигнување предмети и одржување на правилно држење, до нормалната активност на внатрешните органи во кои, исто така, има мускулни ткива.

Локомоторниот систем претставува систем од коски, зглобови и мускули кои заедно му овозможуваат на човекот да се движи, да стои и да извршува различни активности. Коските и зглобовите го градат **скелетниот систем**, што го претставува неподвижниот (пасивниот) дел од локомоторниот систем.

Мускулите ја определуваат формата на телото и на неговите одделни делови, а заедно со тетивите го градат **мускулниот систем**. Овие делови го претставуваат подвижниот (активниот) дел од локомоторниот систем. Кај возрасен човек, деловите на локомоторниот систем зафаќаат 60 % од телесната маса (20 % скелетот, а 40 % мускулите).

СКЕЛЕТЕН СИСТЕМ

Скелетниот систем е составен од коски, 'рскивици и лигаменти кои, поврзани меѓусебно, функционираат како стабилна целина.

Коските имаат повеќе значајни функции: ја даваат потпората и обликот на телото, ги заштитуваат важните органи (како черепниот и 'рбетниот мозок), овозможуваат движење заедно со мускулите, претставуваат резерва на калциумови соли, а во нивната срцевина се создаваат крвните елементи. Скелетот започнува да се развива уште во ембрионалниот период. Во раниот развој се формира 'рскивичен скелет. Со текот на развојот, 'рскивичното ткиво постепено



Схематски приказ на различни видови коски во скелетот на човек

се заменува со коскено. Некои делови од скелетот, како зглобните површини, гркланот, 'рскавичните прстени на дишникот, ушната школка, предниот дел од носот и крајните делови од ребрата, остануваат 'рскавични во текот на целиот живот.

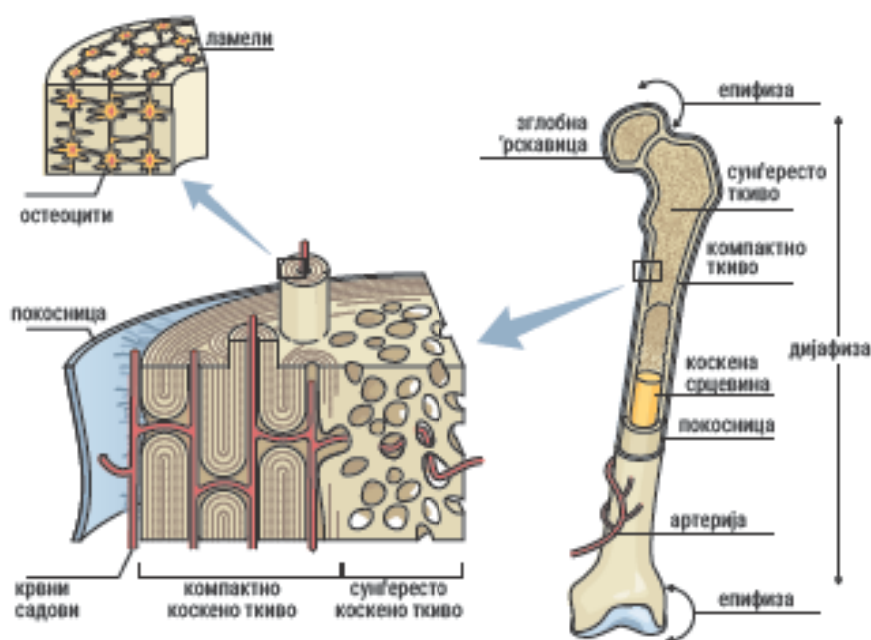
Кај возрасен човек, скелетот е составен од 206 коски. Според обликот, коските можат да бидат плоскати (череп, ребра, градна коска), кратки (коски на шаката и на стапалото), неправилни (пршлени) и долги (бутна, надлактица). Долгите коски, кои се наоѓаат во рацете и нозете, имаат издолжено тело – дијафиза и два проширени краја – епифизи. Во внатрешноста на дијафизата се наоѓа канал исполнет со коскена срцевина.

Коските се изградени од два типа коскено ткиво: компактно и сунѓересто.

Компактното коскено ткиво е тврдо и густо и ја гради надворешната обвивка на коските, како и телото на долгите коски. Цврстината на коската ја обезбедуваат солите на калциум, додека органскиот дел, наречен осеин, ѝ дава еластичност. Кај децата има повеќе колаген, па коските им се поеластични, додека кај возрасните преовладуваат минералите и коските стануваат покроти.

Сунѓерестото коскено ткиво има повеќе празни простори и се наоѓа на краевите на долгите коски и во внатрешноста на другите коски. Во него се наоѓа *коскената срцевина* која може да биде *црвена* – во којашто се создаваат крвните елементи, или *жолта* – составена претежно од масти и сместена во каналот на долгите коски. Оваа градба овозможува коските да бидат истовремено цврсти и лесни, но и да создаваат крвни елементи и да складираат енергија.

Однавгор коските се обвиткани со покосница, тенка обвивка чиј внатрешен слој учествува во растот и обновувањето на коските. Крвните садови ја снабдуваат со хранливи материи, а нервите ѝ даваат можност за чувствителност. Краевите на коските се прекриени со 'рскавица изградена од 'рскавично ткиво. Таа обезбедува еластичност и го намалува триењето меѓу коските при движење.



Шематски приказ на градба на долги коски

Зглоб е местото на спојување меѓу две или повеќе коски. Според подвижноста на споените коски, зглобот може да биде: подвижен, полуподвижен и неподвижен.

Кај подвижните зглобови, проширениот крај на едната коска е во форма на чашка во која навлегува проширениот дел од другата коска кој е во форма на јаболко. Површината на двете коски е заштитена со мазна обвивка од 'рскавица наречена **зглобна 'рскавица**. Меѓу двете споени коски во подвижните зглобови има течност (синовијална течност) што го спречува директниот контакт меѓу коските. Во градбата и стабилизацијата на подвижните зглобови учествуваат и лигаменти и тетиви.

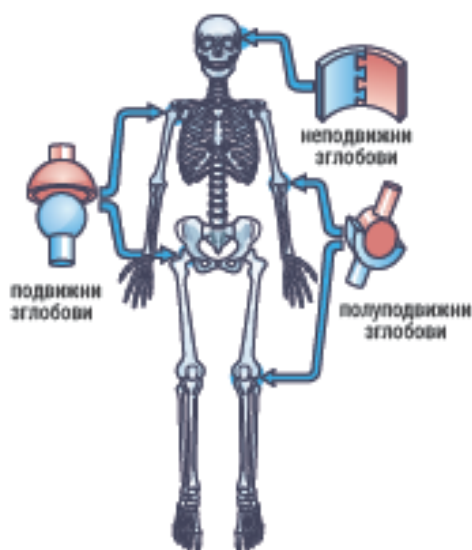
Лигаментите ги поврзуваат соседните коски и го зајакнуваат зглобот, ограничувајќи прекумерни движења. **Тетивите**, пак, ги поврзуваат мускулите со коските и го пренесуваат мускулното дејство врз зглобот. Лигаментите и тетивите се изградени од густо сврзано ткиво богато со колагенски влакна.

Полуподвижно зглобно поврзување е поврзување со помош на 'рскавица што ја има меѓу две коски. Ваков начин на поврзување имаме меѓу ребрата и градната коска, меѓу пршлените на 'рбетот, како и во карличниот појас.

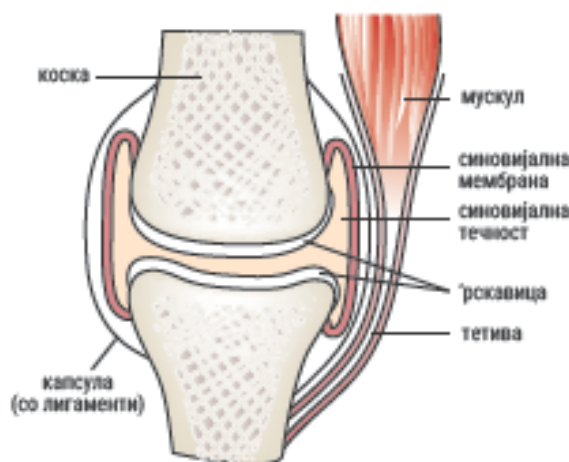
Неподвижно поврзување е со шевови. Двете коски имаат назабени делови кои влегуваат еден во друг. На овој начин се поврзани коските на главата кои ја образуваат черепната кутија.

Табела: Типови зглобови

Според движењето	Материја меѓу коските	Примери
Неподвижни	• нема зглобна празнина • фиброзно сврзано ткиво меѓу коските	• шевовите меѓу коските на черепот
Полуподвижни	• нема зглобна празнина • 'рскавица меѓу коските	• карлични зглобови, зглобови меѓу телата на пршлените, меѓу градната коска и ребрата
Подвижни	• зглобна празнина со течност	• лизгачки, висечки, седловидни, топчести и други видови зглобови



Шематски приказ на видови зглобови

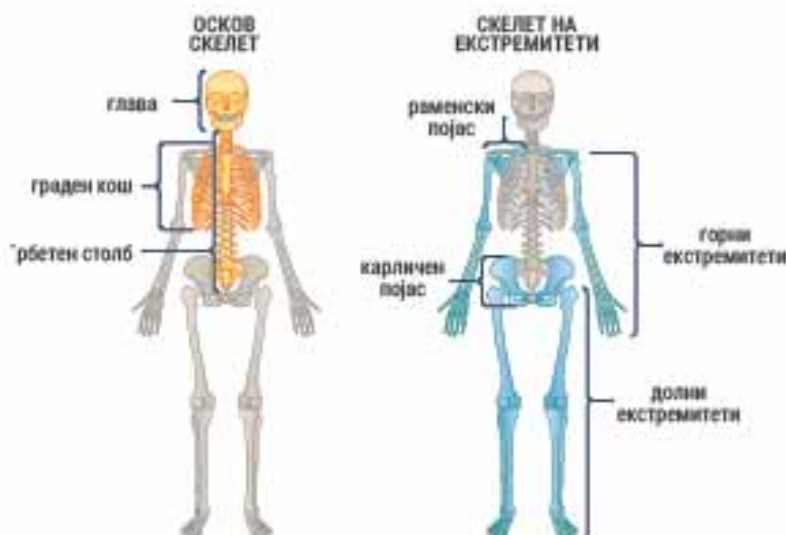


Градба на подвижен зглоб

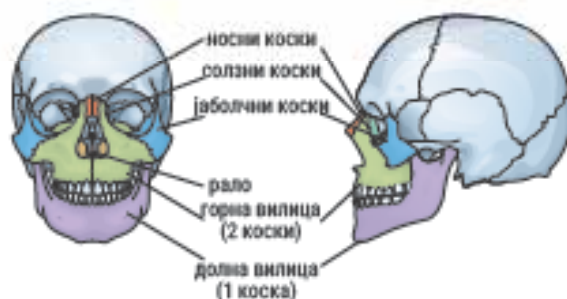
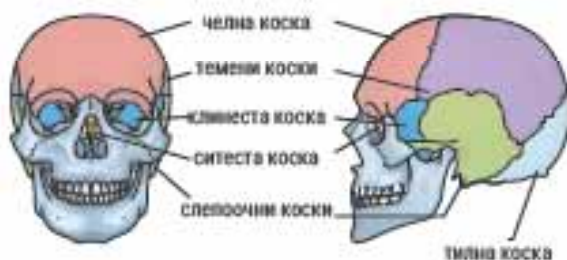
Скелетот може да се подели на две основни групи на коски:

1. Осков скелет – што го сочинуваат коските на главата и трупот.
2. Скелет на екстремитетите – што ја создава основата на екстремитетите, заедно со појасите: раменски и карличен.

Коските на главата го сочинуваат черепот, кој е поделен на два дела: коски на черепна кутија и коски на лицето. Черепниот дел е изграден од повеќе спонени коски кои ја формираат черепната кутија во која е сместен и заштитен черепниот мозок. Во основата има отвор преку кој е поврзан со 'рбетниот столб. Лицевият дел го сочинуваат коски што ги градат вилиците, носот и образите, при што долната вилица е единствената подвижна коска на черепот.



Основна поделба на скелет кај човек



Коски на черепна кутија и коски на лице (преден и страничен приказ)

Во **коските на трупот** спаѓаат 'рбетниот столб и коските на градниот кош.

'Рбетниот столб е изграден од меѓусебно поврзани пршлени, меѓу кои има 'рскавични дискови што му даваат еластичност и овозможуваат движење. Во неговата внатрешност се наоѓа 'рбетниот канал во кој е сместен 'рбетниот мозок.

Градниот кош е составен од **градна коска** и **дванаесет пара ребра** кои ги штитат срцето и белите дробови и учествуваат во дишењето.



Коски на градниот кош

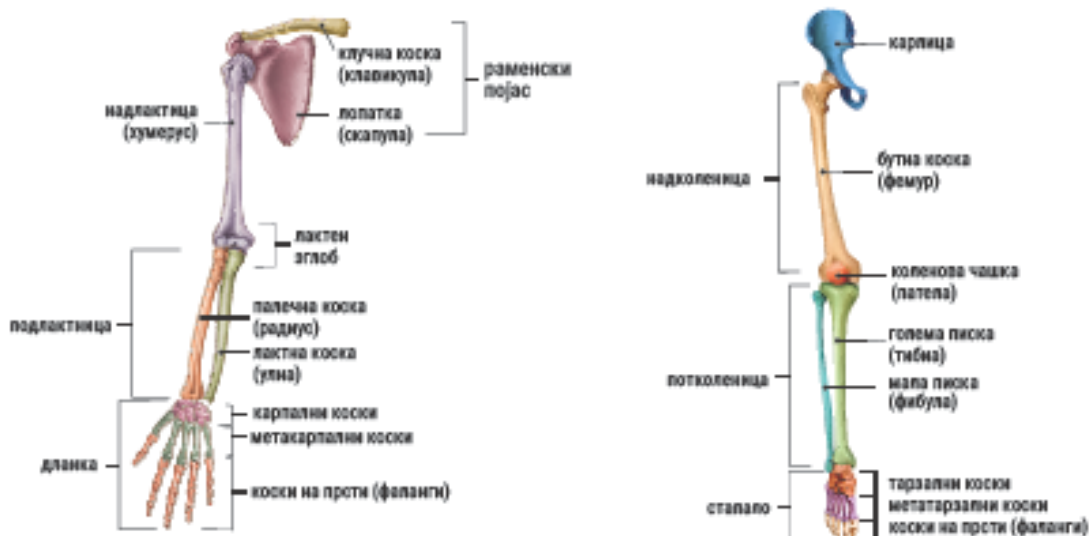


Рбетен столб

Скелетот на екстремитетите се состои од коски на горните и долните екстремитети.

Коските на горните екстремитети се поделени на *коски во раменскиот појас* и *коски на раката*.

Долните екстремитети се составени од *коски во карличниот појас* и *коски на нозете*. Карличниот појас е цврсто поврзан со рбетниот столб и го носи трупот, при што женската карлица е поширока и приспособена за бременост и раѓање. Коските на нозете овозможуваат стабилност, одење, трчање и одржување рамнотежа.



Коски на горните и долните екстремитети

Активност

Биомеханика на движење

Работете во парови за да истражите како коските и зглобовите функционираат како „лостови“ во човечкото тело. Додека едниот од вас изведува движења со лакотот, рамото и коленото, другиот точно ги запишува коските што учествуваат во процесот. Анализирајте го типот на зглобното поврзување и утврдете дали движењето е ограничено во една насока или е слободно во сите правци. Преку ова набљудување, идентификувајте ги клучните разлики помеѓу зглобот на коленото и на рамото. На крајот, донесете заеднички заклучок за тоа како локомоторниот систем овозможува прецизност и сила при секое наше движење.

Прашања за повторување

1. Кои се основните делови на локомоторниот систем и која е улогата на секој од нив (коски, зглобови, мускули, тетиви, лигаменти)?
2. Објасни ја разликата меѓу тетива и лигамент.
3. Како соработуваат коските и зглобовите за да се овозможи движење на раката?
4. Опиши како се организирани коските во човечкиот скелет.

Интересна биологија

- Најмалата коска во човечкото тело е чеканчето во увото, долго само 3–4 mm и тешко неколку милиграми, а има важна улога во слухот. Наспроти него, бутната коска е долга околу 45 cm и е најјаката коска, способна да издржи оптоварување неколку пати поголемо од телесната маса.
- Коските се живи – тие постојано се разградуваат и повторно се создаваат. На секои 7 до 10 години, ти всушност имаш сосема нов скелет.

2.16 Градба и функција на делови од мускулен систем

Потсети се!

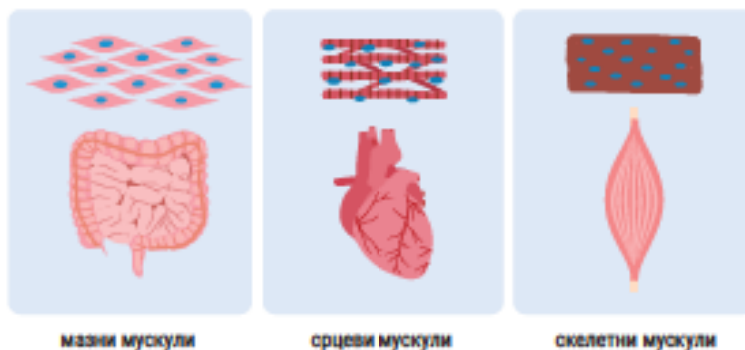
- Какви видови мускули постојат?
- На кој начин мускулите учествуваат во движењето?

Мускулниот систем го претставува активниот дел од локомоторниот систем и преку него се остваруваат сите движења на телото. Од вкупната телесна маса на човекот, околу 45 – 50 % е мускулна маса, при што 40 % отпаѓаат на скелетните мускули, додека 5 – 10 % на мазните мускули и срцевиот мускул.

Мускулите се во директна врска со нервниот систем со што се овозможуваат координирани движења на телото. Мускулниот систем е снабден со богата мрежа од крвни садови преку која мускулните клетки се снабдуваат со хранливи материи и кислород, а се отстрануваат непотребните продукти од метаболизмот.

Постојат три вида мускулно ткиво: мазно, срцево и скелетно, кои ги градат соодветните видови мускули.

- **Мазните мускули** се наоѓаат во ѕидовите на внатрешните органи, како крвните садови, дишните патишта и органите на дигестивниот и урогениталниот систем. Мазните мускули работат не-свесно и создаваат бавни, ритмични движења со кои се придвижува содржината низ органите.
- **Срцевиот мускул (миокард)** исто така работи без учество на волјата и ја овозможува ритмичната работа на срцето. Изграден е од напречно-пругасти клетки кои имаат многу митохондрии и не се заморуваат, што овозможува постојано пумпање на крвта.
- **Скелетните мускули** (познати и како напречно-пругасти) се прицврстени за коските преку тетиви и овозможуваат движење на телото. Нивните клетки се долги, цилиндрични, со повеќе јадра и имаат напречно-пругаст изглед. Тие работат со наша волја (свесно) и можат брзо да се контрахираат и опуштаат. Во човечкото тело има повеќе од 650 скелетни мускули.



Видови мускулно ткиво и три типа на мускули

Мускулите имаат различна градба, но најчесто дејствуваат во групи за да овозможат движење на телото. Во зависност од нивната улога и положба, тие се разликуваат по големина и форма. Мускулите можат да бидат кружни (околу очите и усните), плочести (дијафрагмата и мускулите на грбот и stomакот), лентовидни на вратот или долги и вретеновидни како мускулите на екстремитетите. Според бројот на глави, односно местата на прицврстување за коските, тие се делат на двоглави (бицепси), троглави (трицепси) и четириглави (квадрицепси) мускули.

Во зависност од местото каде што се наоѓаат, мускулите можат да бидат: мускули на главата и вратот, мускули на грбниот и градниот дел, мускули на stomакот и карлицата и мускули на екстремитетите.

Мускулите на главата и вратот овозможуваат мимика, цваќање и движење на главата. Мускулите на грбот и градниот кош даваат стабилност на трупот, учествуваат во дишењето и движењето на рамената и рацете. Мускулите на stomакот и карлицата учествуваат во ротација и странично наведнување на трупот, како и исправување од седната положба, одење по угорница и скокање. Мускулите на рацете овозможуваат свиткување и исправување на лактот, движење на дланката и прстите. Мускулите на нозете овозможуваат одење, трчање и скокање.

Скелетните мускули најчесто дејствуваат во групи за координирано движење на зглобовите. Така, ако еден мускул ја има главната улога при одредена активност (на пример, при свиткување на раката – агонист), друг му помага во таа активност, трет делува спротивно (ја исправува раката – антагонист), а четврт го држи стабилен зглобот при овие активности.



Мускули на различни делови од телото



ИСТЕГНУВАЊЕ НА ПОДЛАКТИЦАТА



СВИТКУВАЊЕ НА ПОДЛАКТИЦАТА

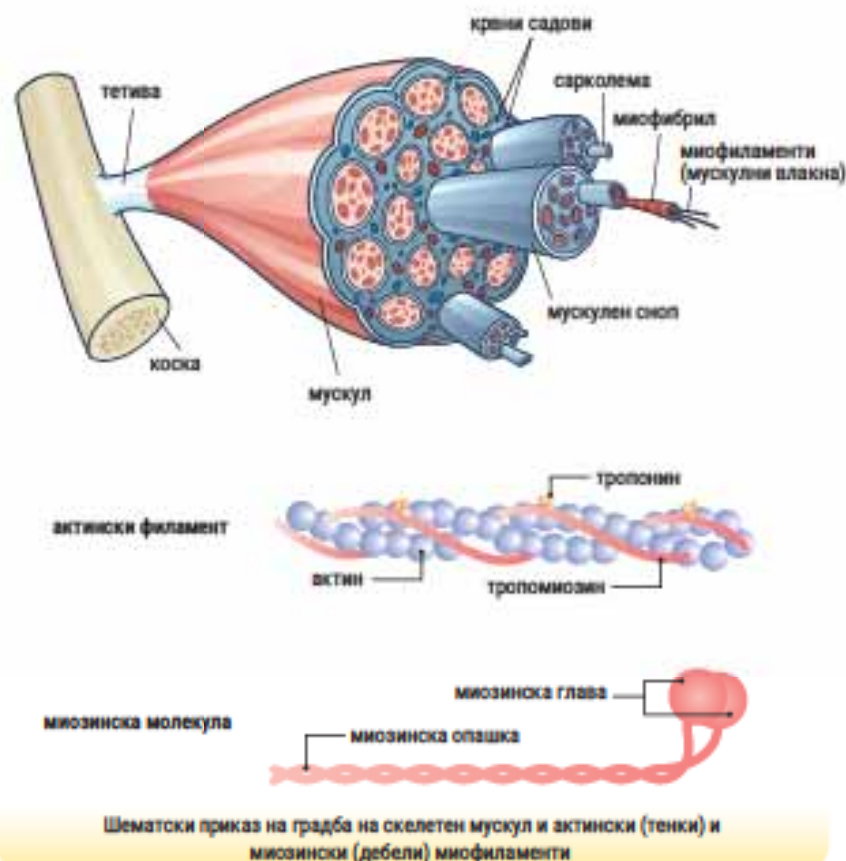
Заедничко дејство на мускулен пар

Мускулните, како и сите други клетки, се чувствителни на дразби кои доаѓаат преку нервни завршетоци од мозокот. Тие имаат способност за контракција, односно можат да се скратат или да се издолжат.

ГРАДБА НА КЛЕТКИ НА СКЕЛЕТНИ МУСКУЛИ

Мускулните клетки во скелетните мускули имаат посебна градба. Цитоплазмата (саркоплазма) е богата со гликоген и миоглобин. Имаат голем број на митохондрии што ја обезбедуваат енергијата за работа, а имаат и ендоплазматичен ретикулум (познат како саркоплазматичен ретикулум) во кој има големо количество на калциумови јони што се неопходни за мускулна контракција. Контракциите се овозможени од мускулни протеини како актин, миозин, тропонин, тропомиозин и др.

Карактеристично е и присуството на миофибрилите што се составени од актински и миозински влакна (миофиламенти) чија поставеност им даваат на клетките пругаст изглед. Влакната се групираат во снопочиња кои заедно формираат мускул. Мускулот преку тетиви е поврзан за коските, па при контракција силата се пренесува на коската и предизвикува движење.



Шематски приказ на градба на скелетен мускул и актински (тенки) и миозински (дебели) миофиламенти

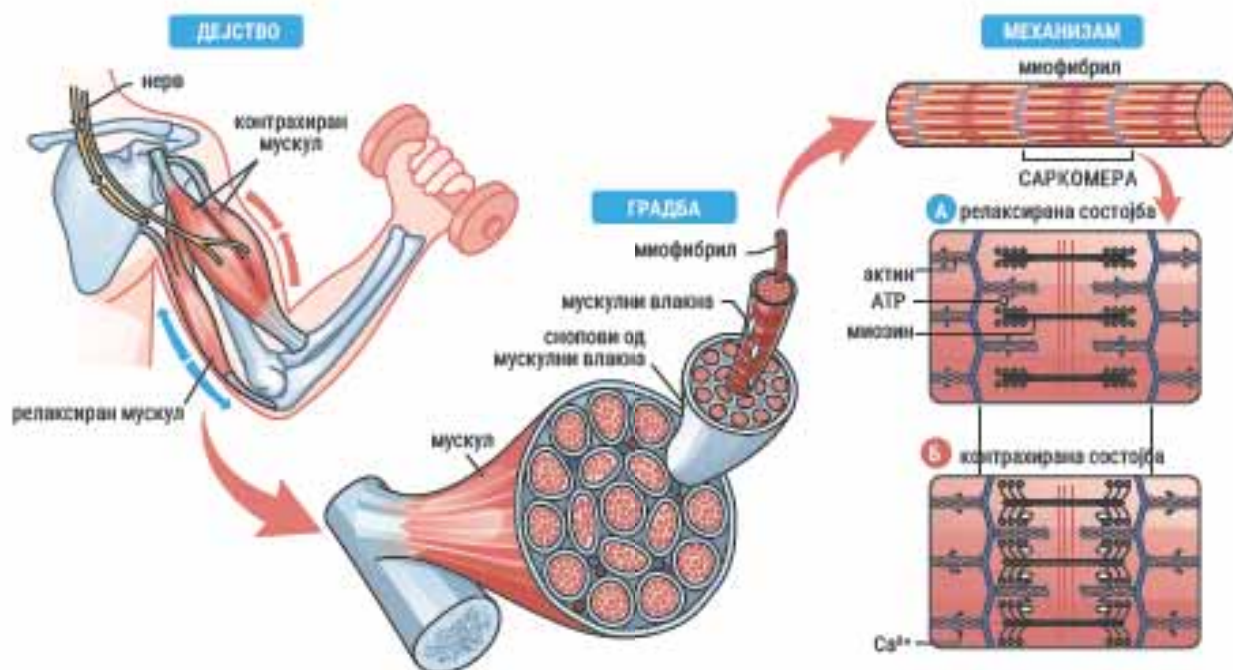
МЕХАНИЗАМ НА КОНТРАКЦИЈА НА МУСКУЛИТЕ

Скелетните мускули обично се под контрола на нашата волја.

За да се контрахираат, мускулните клетки користат енергија во форма на АТР, добиена при клеточно дишење.

Контракцијата на мускулите се одвива со помош на миофибрилите кои се составени од многу мали делови наречени **саркомери**. Кога мускулот се контрахира, актинските филаменти се лизгаат меѓу миозинските, со што саркомерите се скратуваат, а мускулот се движи. Дразбата за контракција до мускулните влакна пристигнува преку нервните клетки. Во овој процес важна улога имаат калциумовите јони Ca^{2+} .

Оваа контракција трае многу подолго и е позната како **тетанична** или **грч** на мускулот. Кога мускулите ја губат способноста да се контрахираат со нормална сила, се јавува **мускулен замор**. Тоа се случува кога се потрошени резервите на енергија (АТР), има недостиг на кислород или се насобрала млечна киселина во мускулите. Мускулниот замор ги забавува и слабеа движењата и најчесто се јавува при интензивна работа, спорт или долготрајни активности без одмор. Одмор, хидратација и правилна исхрана го помагаат побрзото закрепнување на мускулите.



Шематски приказ на механизам на мускулна контракција

Активност

Мускулен замор

Застани исправено и испружи ги двете раце хоризонтално напред, со дланките свртени надолу.

Мирувај во оваа позиција 60 секунди. Набљудувај го моментот кога рамената ќе почнат да треперат, а мускулите на надлактиците ќе почнат да „горат“. Овој феномен се случува бидејќи мускулните клетки брзо ги трошат резервите на енергија (АТР) и почнуваат да се заморуваат, иако нема голема тежина.

Прашања за повторување

1. Која е разликата во функцијата на различните видови мускулни клетки?
2. Зошто коските сами по себе не можат да се движат без учество на мускулите?
3. Опиши ја градбата на мускулите.
4. Како се контролира работата на скелетните, а како на мазните мускули?

Интересна биологија

- Најмал скелетен мускул кај човекот е во средното уво, долг околу 1–2 mm и тежок помалку од 1 mg. Најголем мускул е седалниот мускул кој може да тежи над 1 kg и е клучен за одење и трчање. Најсилен мускул според создадената сила е џвакалниот, кој при загриз може да развие сила од околу 500 – 700 N.

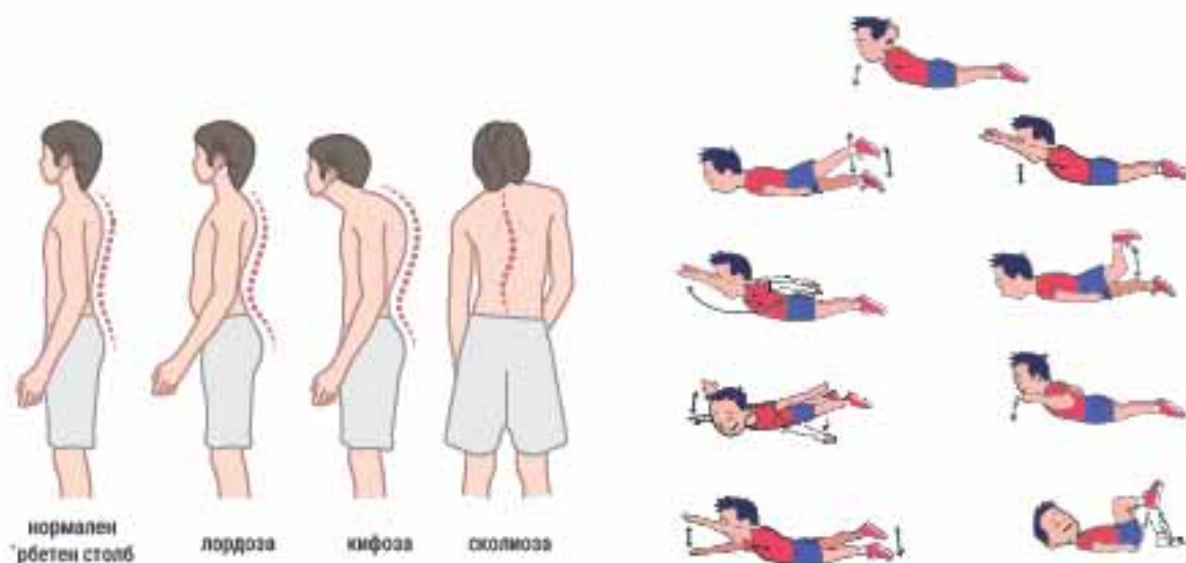
2.17 Одржување на здравјето на локомоторниот систем

Потсети се!

- Зошто при одредени повреди, повреденото место се обвиткува со гипс?
- Зошто при одредена зголемена физичка активност чувствуваме болка во мускулите?

Здравиот локомоторен систем овозможува правилно и координирано движење, како и нормален раст и развој кај младите. Неговото нарушување може да доведе до болки, намалена подвижност и трајни оштетувања. Само правилно развиени коски и мускули овозможуваат правилен раст и развој и на сите останати органи во организмот. Неправилности при движењето, седењето или, пак, носење на товар, предизвикуваат одредени деформитети на 'рбетот или на стапалата.

Честа појава кај младите е искривување на 'рбетниот столб. Така, искривувањето наназад е познато како *кифоза* (грба), додека искривувањето нанапред е познато како *лордоза*. Можно е и странично искривување на 'рбетниот столб наречено *сколиоза*. Најчеста причина за појава на ваквите искривувања е неправилното седење.

нормален
'рбетен столб

лордоза

кифоза

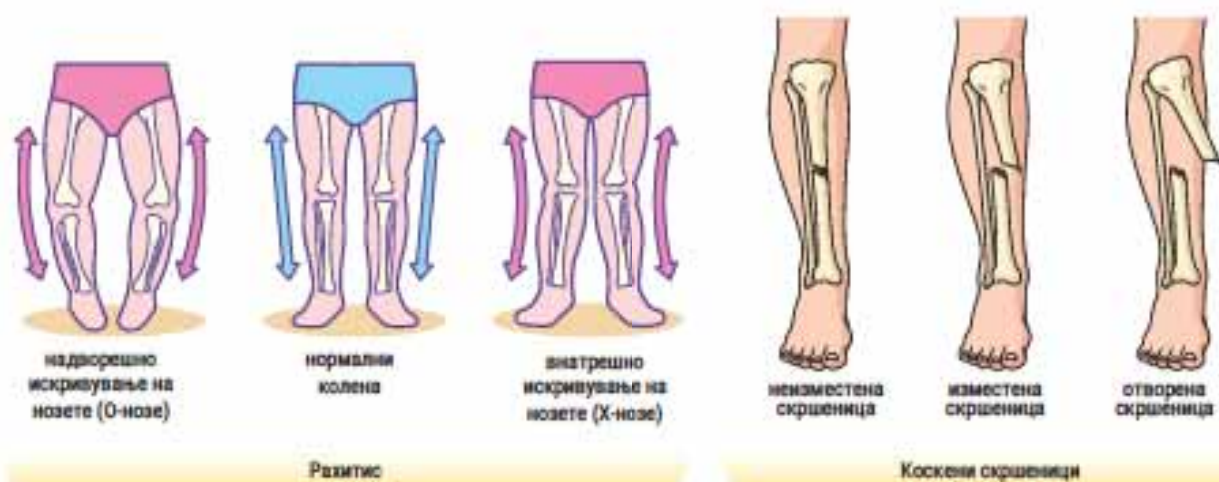
сколиоза

Искривувања на 'рбетниот столб

Препорачани вежби за подобрување на сколиоза

Рахитисот е ретка детска болест што се карактеризира со голем број промени на коските. Се јавува како последица на недостаток на витаминот D кој го регулира користењето на калциумовите и фосфорните соли. Без нив коските остануваат меки и почнуваат да се искривуваат.

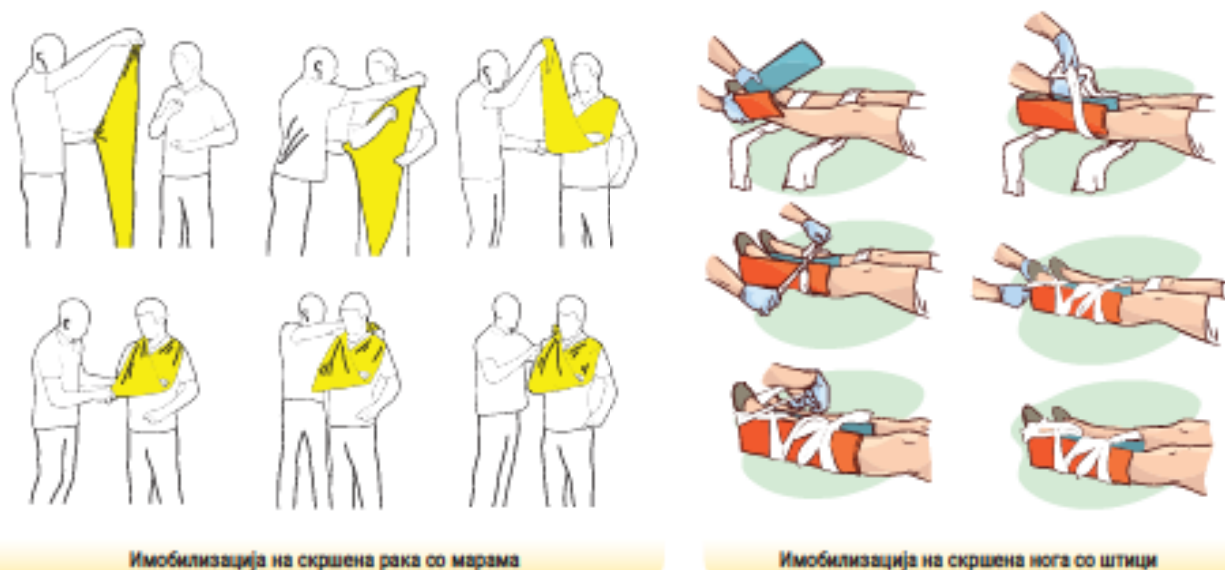
Многу механички дејства можат да предизвикаат скршеници речиси на секоја коска.



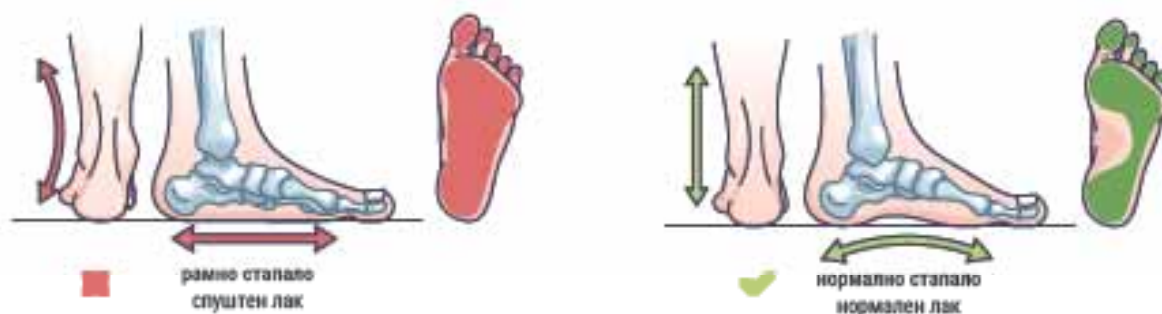
Многу важна постапка во давањето прва помош при скршениците е заштитата од движење на оштетените делови. Тоа се постигнува со имобилизација што може да се направи со штици, марами и слично. Во ситуации кога лицата имаат повреди на грбот, со внимателно и правилно пренесување на цврсти табли или врати, може да се спречи да добијат и посериозни повреди на 'рбетниот мозок. Првата помош би требало секогаш да се даде на самото место на несреќата за да се контролира и спречи натамошното оштетување и крвање.

Зглобовите се споеви што можат да се оштетат со механичко дејство. Во зависност од силата на ударот може да настане изместување или шинување на зглобот. При изместувањето (исчашување) на зглобот, коските излегуваат од спојот, а при шинувањето се истегнува зглобот со кинење или распукување на лигаментите.

Општата болест на мускулите е наречена грч и е ненадејно и несвесно стегнување на мускулите. При грчот секогаш се чувствува болка. **Атрофијата** е оштетување или намалување на големината на мускулите кога тие не се користат, а тоа се случува на екстремитетите најчесто при скршеници



на коските. Мијалгијата е позната како „мускулна болка“, а означува воспаление на мускулното ткиво. Рамно стапало е општо нарушување на лакот на стапалото во кое има превиткување надолу со што стапалото се спушта кон основата. Рамното стапало што е последица на слабеење на мускулите кои го потпираат лакот и обично е придружено со болка. Неправилното користење на мускулите што го одржуваат лакот (како влечење на нозете при одење) или недоволно телесно вежбање придонесуваат за појава на рамно стапало. Носењето удобни обувки и одењето на прсти помага во заштитата од појавата рамно стапало и другите болни оштетувања на ногата.



ЗДРАВИ НАВИКИ ЗА ПРАВИЛЕН РАЗВОЈ И ФУНКЦИЈА НА КОСКИТЕ И МУСКУЛИТЕ

Правилниот развој и здравјето на коските и мускулите зависат од повеќе навики кои започнуваат уште во детството и адолесценцијата, кога тие најбрзо растат и се зацврстуваат.

Една од најважните навики е редовната и умерена физичка активност. Вежбите како брзо одење, трчање, пливање, танцување или спортување, ја стимулираат работата на клетките што градат коска – и го зголемуваат квалитетот и густината на коскениот ткиво. Овие вежби, заедно со вежби склекови или чучњеви го стимулираат растот и развојот на мускулите. Ако младата личност не е физички активна, коските стануваат послаби, поретки и подложни на фрактури. Долготрајното седење, особено денес кога младите многу време поминуваат пред компјутер или со мобилен телефон, може да доведе до нарушено држење и болки во грбот уште во раните години, а притоа мускулите стануваат послаби, губат маса и се јавува атрофија што го прави човекот помалку издржлив и подложен на повреди.

Еднакво важна е и правилната исхрана богата со хранливи материи кои учествуваат во изградба на коските и мускулите. Калциумот, кој го има во млекото, јогуртот, сирењето, бадемите, зелениот зеленчук и некои риби, е основен „градежен материјал“ за коските. За да се апсорбира калциумот, потребен е и витамин D кој го добиваме преку сончева светлина, но и преку јајца, риба итн. Ако исхраната е сиромашна со калциум и витамин D, коските стануваат кршливи, а кај децата и тинејџерите може да се појават нарушувања во растот, слабо држење или зголемен ризик од деформации.

Храната богата со протеини, како јајца, месо, риба, млеко, јогурт, сирење, мешунки и јаткасти плодови, е неопходна за нивна изградба и обновување. По физичка активност, телото има зголемена потреба од протеини за да ги обнови оштетените мускулни влакна. Ако во исхраната недостигаат протеини, мускулите се развиваат побавно, закрепнувањето по вежбање е потешко, а телото почнува да ја разградува сопствената мускулна маса. Од друга страна, јаглехидратите се важни како извор на енергија – без нив мускулите брзо се заморуваат и не можат да издржат подолг напор. Внесот на витамини и минерали, особено магнезиум, калиум и витамини од В групата, се неопходни за спречување на грчеви, одржување на мускулната функција и правилна нервно-мускулна координација.

Хидратацијата е уште еден значаен фактор што често се занемарува. Коскеното ткиво, иако изгледа цврсто и суво, содржи до 30 % вода која е важна за неговиот метаболизам. Пиењето доволно вода го одржува нормалното функционирање на клетките кои ја градат и обновуваат коската. Недоволната хидратација може да придонесе за брз замор, намалена физичка издржливост и побавно закрепнување по повреди. Од друга страна, мускулите содржат голем процент вода, а дефицитот на течности доведува до грчеви, намалена сила и побрзо заморување. За време на вежбање, телото губи вода преку потење, па доколку не се надомести навреме, мускулите не можат да работат ефикасно, а ризикот од повреди се зголемува. Затоа е важно да се пие вода во текот на целиот ден, а особено пред, за време и по физичка активност.

На крај, правилниот сон игра значајна улога за локомоторниот систем во целина. За време на спиењето телото произведува хормони кои се важни за растот и обновата на ткивата, вклучително и на коскеното и мускулното ткиво. Недостатокот на сон не само што го нарушува растот, туку доведува и до слабеење на мускулната сила, намалена концентрација при вежбање и поголема веројатност за грешки и повреди.

Особено важно е избегнувањето ризични и нездрави навики. Пушењето и алкохолот негативно влијаат врз коскеното ткиво и го забавуваат неговиот развој. Кај младите кои пушат или често консумираат алкохол, постои поголем ризик од повреди, побавно заздравување на фрактури и слабеење на коскената и мускулната маса. Енергетските пијалаци, кога се користат премногу често, можат да влијаат на минералната рамнотежа на организмот и да го нарушат правилниот раст на коските. Лошото држење на телото и прекумерното седење, свиткани рамена, торба носена само на едно рамо или непрописно седење – може да доведе до искривувања на 'рбетот и појава на хронични болки.



умерена физичка активност



здрава храна и хидратација



одмор

Превентивни мерки за здрав локомоторен систем

Активност

1. Архитект на сопственото тело

Истражи како твоите секојдневни движења ја обликуваат „конструкцијата“ на твојот скелет и мускули. Направи листа на навики и подели ги во две колони – здрави (исправено држење, вежбање) и ризични (тешки ранци, неправилно седење, премногу време пред екран). Анализирај ги последиците од секоја од нив и објасни што се случува на долг рок. Како носењето ранец на едно рамо го искривува 'рбетот? Зошто неактивноста ги прави коските кршливи? Предложи три конкретни превентивни мерки за секоја навика (на пример: „правилото 90 степени“ при седење) кои ќе му помогнат на твојот локомоторен систем да остане силен.

2. Дигитален метар за твоето движење

Собери податоци за твоето дневно движење (чекори и минути активност). Користи мобилен уред или пополни кратка анкета за твојата активност во последните 24 часа. Внеси ги бројките во апликација со вештачка интелигенција (на пр. Google Sheets со AI додаток или ChatGPT Advanced Data Analysis, Google Gemini и сл.). Побарај од алатката да пресмета просек и да ти нацрта график на твојата активност. Истите податоци пресметај ги рачно или во обичен софтвер за табели (Excel). Провери дали резултатите се совпаѓаат. Кој метод беше побрз? Дали графикот на ВИ ти помогна подобро да разбереш колку мускулите биле ангажирани?

Дискутирајте во класот дали паметните уреди и ВИ се добар мотив за да се движиме повеќе и како овие податоци ни помагаат да го заштитиме нашиот локомоторен систем од „рфосување“.

Прашања за повторување

1. Како редовната физичка активност влијае врз развојот и јакнењето на коските и мускулите кај младите?
2. Зошто неправилното држење на телото и долгото седење се сметаат за нездравии навики?
3. Како долгата неупотреба на мускулите може да доведе до мускулна атрофија?
4. Како избегнувањето на ризични однесувања може да придонесе за превенција од повреди на локомоторниот систем?

Интересна биологија

- Последниве децении се забележува намалување на старосната граница на лица чии коски стануваат попорозни. Порозноста се јавува бидејќи во коските се намалува количеството на вода, а се зголемуваат минералните материи. Така, коските стануваат полесни и лесно се кршат. Оваа болест е позната под името остеопороза.
- Глобално, сколиоза (искривување на 'рбетот $\geq 10^\circ$) се јавува кај приближно 1,65 % од децата и адолесцентите до 18 години, со најголема зачестеност помеѓу 12–14 години.

2.18 Размножување кај човекот – Машки репродуктивен систем

Потсети се!

- Што е ДНК, а што се хромозоми?
- Како настанува наследување на особините кај живите организми?
- Што се добива при митоза, а што при мејоза?

Една од најинтересните карактеристики на живите организми е способноста за репродукција (размножување). Со репродукцијата се добива потомство слично на родителите и се овозможува одржување на континуитетот на животот на Земјата. Кај човекот при половото размножување се создава нов организам со уникатна генетска комбинација, што овозможува варијабилност, адаптација и еволутивен напредок на човечкиот вид.

Размножувањето кај човекот е полово со внатрешно оплодување. Специјализираните клетки што учествуваат во половото размножување се наречени полови клетки или **гамети** – **јајце-клетки** кај женските и **сперматозоиди** кај машките. Процесот на создавање и созревање на гаметите е познат како **гаметогенеза**. Во текот на овој процес доаѓа до посебен вид клеточна делба наречена **мејоза** или **редуцирачка делба**. Како резултат на мејозата, од една клетка со диплоидно јадро ($2n$) се добиваат четири хаплоидни клетки (n) кои се генетски различни и со по 23 хромозоми. Тоа значи дека гаметите кај човекот во своето јадро содржат половичен број хромозоми за разлика од бројот на која било друга клетка во телото.

Биолошкото значење на мејозата не е само во намалувањето на бројот на хромозомите, туку и во создавање генетска разновидност. При мејозата клетките што се создаваат имаат различен наследен материјал што е причина зошто децата од исти родители не се целосно исти.

Репродуктивните системи кај машките и женските индивидуи морфолошки и функционално се различни. Меѓутоа, органите и кај двата пола можат да се поделат во две групи со исти функции: примарни (главни) и дополнителни (секундарни).

Примарни органи се половите жлезди (**гонадите**). Во нив се создаваат половите клетки и половите хормони. Машките гонади се нарекуваат семеници (тестиси), а женските гонади се јајчници (овариуми). Во дополнителните органи се вбројуваат низа канали низ кои се пренесуваат половите клетки.

МАШКИ РЕПРОДУКТИВЕН СИСТЕМ

Машките полови жлезди – **семеници (тестиси)** се сместени во **скротумот** (тестикуларна торба). Тие по форма се јајцевидни органи со должина од околу 4–5 cm. Од секој семеник излегува **сперматична врвца** низ која минуваат крвни садови, нерви и каналче за пренос на сперматозоидите. За време на ембрионалниот развој семениците се формираат во близина на бубрезите, а еден до два месеци пред раѓањето се спуштаат низ ингвиналниот (препонскиот) канал во скротумот. Нормалното спуштање на двата семеници е многу важно, бидејќи сперматогенезата се одвива на температура пониска за неколку степени од телесната што ја обезбедува скротумот.

Во најголем дел, семениците се изградени од тенки, спирализирани, **семиноферни тубули (семени каналчиња)** во кои се создаваат сперматозоидите од клетките на герминативниот епител. Помеѓу

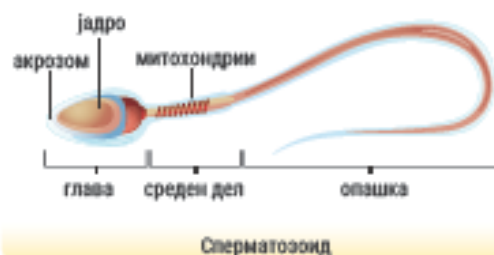
каналчињата се наоѓаат Лајдигови (интерстициелни) клетки кои го создаваат машкиот полов хормон – тестостерон.

Создавањето на сперматозоиди (**сперматогенеза**) започнува во пубертетот и продолжува во текот на животот, сè додека се создава доволно тестостерон. Процесот на сперматогенеза се одвива во повеќе фази во кои клетките ја менуваат својата форма и изглед. За време на нивниот развој во семените каналчиња, сперматозоидите се заштитени и потпомогнати од Сертолиевите клетки.



Сперматозоидите се многу мали и подвижни машки полови клетки што постојано се создаваат во семениците. Имаат елипсоидна глава која содржи јадро со 23 хромозоми и акрозом со ензими што овозможуваат продирање во јајце-клетката. Средниот дел (врат) има митохондрии и обезбедува енергија, а опашката му овозможува активно движење кон јајце-клетката.

Тестостеронот е машки полов хормон што се создава во Лајдиговите клетки во тестисите и директно се излучува во крвотокот. Неговото лачење започнува уште во текот на ембрионалниот развој (3–4 месец од бременоста) кога учествува во развојот на penisот и скротумот. Овој хормон има две главни улоги: одржување на машките полови органи и сперматогенезата, и развој на секундарните машки полови карактеристики (подлабок глас, пошироки раменици, поголема мускулна маса и зголемена влакнетост).



ДОПОЛНИТЕЛНИ МАШКИ РЕПРОДУКТИВНИ ОРГАНИ

Дополнителните репродуктивни органи кај мажот формираат систем од канали што ги пренесуваат сперматозоидите. Тие започнуваат во семените каналчиња и продолжуваат во натсеменикот (епидидимис) – силно свиткан канал, долг околу 6 m, сместен во скротумот каде што сперматозоидите созреваат и стануваат подвижни. Натсеменикот продолжува во семеvod кој минува низ препонскиот канал и зад мочниот меур се спојува со каналот на семените меурчиња при што се формира ејакулаторниот канал. Двата ејакулаторни канали (од левата и десната страна) минуваат низ простатата и се излеваат во мочниот канал (уретра).

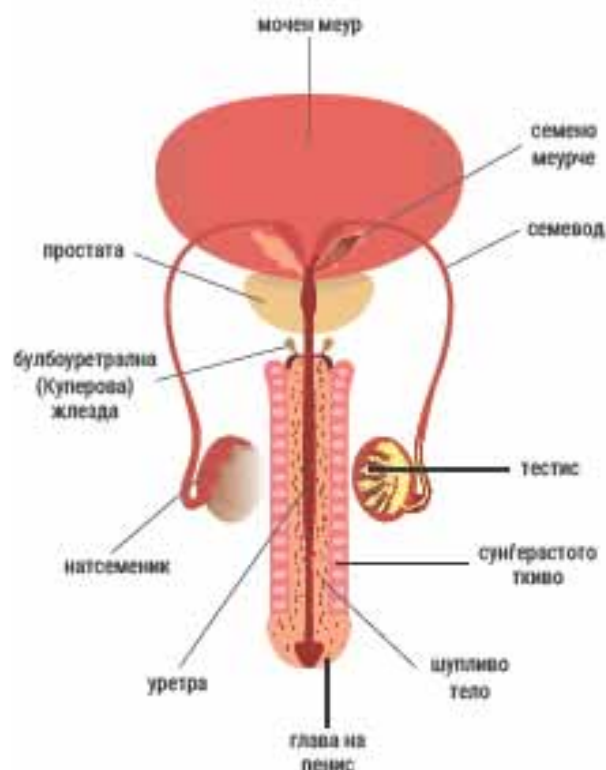
Семените меурчиња се извиткани жлезди сместени зад мочниот меур и излачуваат густ, алкален секрет богат со глюкоза, која обезбедува енергија за сперматозоидите и сочинува голем дел од волуменот на спермата. Простатата се наоѓа под мочниот меур и го опкружува почетниот дел од мочниот канал. Таа лачи алкален секрет што ја неутрализира киселата средина во родницата, ја зголемува подвижноста на сперматозоидите и содржи простагландини кои го олеснуваат нивното движење кон јајце-клетката. Булбоуретралните (Куперови) жлезди се парни, мали жлезди под простатата што лачат мукозен секрет за подмачкување на мочниот канал и врвот на penisот пред ејакулација.

Сперматозоидите што се создаваат во семиниферните тубули созреваат во нат-семеникот, од каде што преку семеводот навлегуваат во мочниот канал. На овој пат тие се мешаат со секретите од семените меурчиња, простатата и булбоуретралните жлезди кои ја создаваат семената течност.

Спермата претставува смеса од сперматозоиди и различни секретите од посебни жлезди (семената течност). Секретите служат за исхранување и полесно пренесување на сперматозоидите, неутрализирање на киселоста во родницата (вагината) и подмачкување (лубрикација) на половиот систем за време на половиот однос. Еден ејакулат содржи околу 2–5 mL семена течност со стотици милиони сперматозоиди.

Ејакулацијата претставува исфрлање на спермата низ мочниот канал кон надвор. Таа се контролира од рефлексни центри во рбетниот мозок кои предизвикуваат контракции на мазните мускули во простатата и на скелетните мускули во карличниот појас. Овие контракции овозможуваат исфрлање на семената течност. Во исто време се затвора сфинктерот на мочниот меур со што се спречува мешање на урината со спермата.

Penisот и скротумот се надворешни машки полови органи. **Penisот** е орган чија улога е исфрлање на урината и семената течност надвор од организмот. Пренесувањето на спермата во вагината на жената е овозможено со ерекција која настанува поради зголемен доток на крв во сунѓерестото ткиво на penisот. Penisот е изграден од три сунѓерести тела. Во сунѓерестото ткиво е сместен мочниот канал, а од неговите страни се наоѓаат две шупливи тела кои имаат главна улога во ерекцијата. На врвот, сунѓерестото тело се проширува и ја формира главата на penisот која е покриена со кожа наречена *препуциум*.



Шематски приказ на машкиот полов систем

КОНТРОЛА НА ОРГАНИТЕ НА МАШКИОТ РЕПРОДУКТИВЕН СИСТЕМ

Функцијата на семениците е под контрола на хормоните кои се лачат од предниот дел на хипофизата – фоликулостимулирачки хормон (FSH) или гонадостимулин А и лутенизирачкиот хормон (LH) или гонадостимулин Б. FSH ги стимулира Сертолиевите клетки и создавањето на сперматозоиди

при што е неопходно присуството на тестостерон. LH ги стимулира Лајдиговите клетки да синтетизираат и лачат тестостерон. Од пубертетот, хипоталамусот преку гонадотропин-рилизинг хормон (GnRH) го поттикнува лачењето на FSH и LH од хипофизата. Нивната активност се регулира со негативна повратна врска во зависност од нивото на тестостерон во крвта. Во пубертетот, лачењето на тестостерон значително се зголемува, а со стареењето постепено се намалува создавањето на тестостерон, сперматозоиди и семена течност. Поизразени промени се јавуваат по 40-тата година, иако кај мал број мажи сперматогенезата може да се одржи и во подоцнежна возраст, дури и до 80-годишна возраст.

Активност

Градба на машкиот полов систем

Поделете се во мали групи за да ги идентификувате примарните и помошните органи на машкиот полов систем на добиен шематски приказ. Означете ги прецизно тестисите, семевадите, простатата и penisот, запишувајќи ја специфичната функција на секој од нив. Објаснете ја улогата на помошните жлезди во процесот на репродукција и одржувањето на виталноста на сперматозондите. Презентирајте како овие делови функционираат како поврзана целина и како овој систем е приспособен за неговата основна цел.

Прашања за повторување

1. Кои се примарните полови органи кај машките и која е нивната основна функција?
2. Наведи два помошни полови органи кај мажот и објасни ја нивната улога во размножувањето.
3. Каква улога има тестостеронот во развојот и функционирањето на машкиот полов систем?

Интересна биологија

- Кога не би постоела мејозата, половите клетки би содржеле ист број хромозоми како и другите телесни клетки. Тоа би значело дека јадрата на половите клетки кај човекот би содржеле 46 хромозоми. Со соединувањето на половите клетки при оплодувањето, бројот на хромозомите би се удвоил, и при секое наредно оплодување бројот би се удвојувал. По извесен број генерации, во соматските (телесните) клетки би се нашол неверојатно голем број хромозоми (на пример од 46 хромозоми, по 10 генерации би имало 23 552 хромозоми).

2.19 Женски репродуктивен систем и менструален циклус

Потсети се!

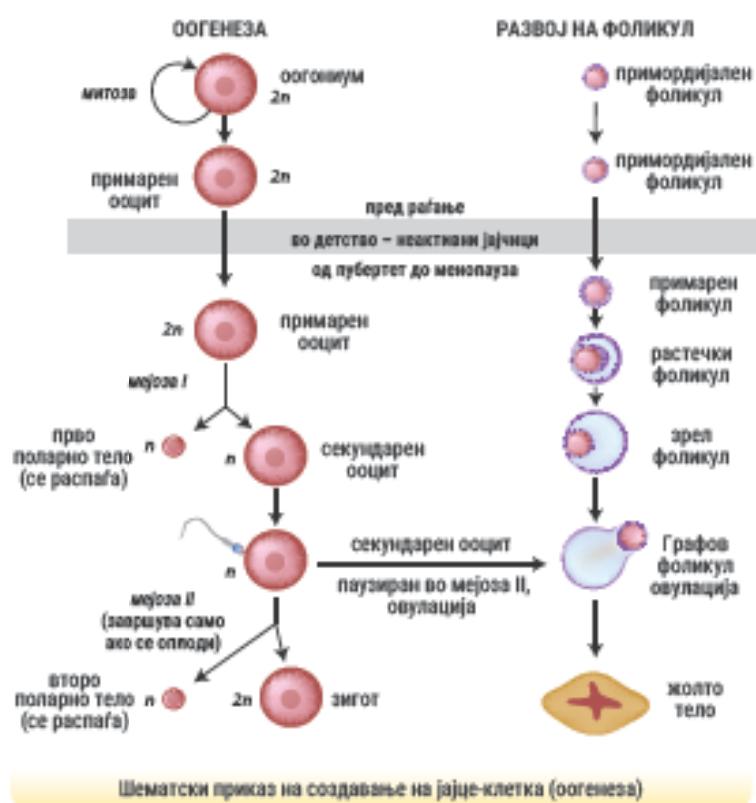
- Кои се женските репродуктивни органи кај растенијата?
- Како настанува оплодувањето кај растенијата?
- Што е менструален циклус?

Основната функција на женскиот репродуктивен систем се состои во подготвување на организмот за оплодување и бременост. Примарни органи на репродуктивниот систем кај жената се: јајчниците (овариумите), а дополнителни се јајцеводите, матката (утерус, плодница) и вагината (родница), што ги претставуваат внатрешните женски репродуктивни органи. Надворешните структури на женскиот репродуктивен систем заедно се нарекуваат вулва.

Женските индивидуи имаат два јајчници каде што се создаваат женските полови клетки — јајце-клетките и женските полови хормони — прогестерон и естрогени хормони. **Јајчниците** се мали, сплеснати елипсоидни тела со должина околу 4 cm, ширина од 2 cm и дебелина од 1 cm. Како и тестисите, и јајчниците во текот на развојот се спуштаат, но само до карличниот дел на абдоминалната празнина. Таму се задржуваат со лигаменти што ги прицврстуваат за матката и телесниот вид.

Процесот на создавање и созревање на јајце-клетките е наречен **оогенеза**. Кај женско новороденче, во јајчниците има околу 850 000 примарни клетки за создавање јајце-клетки. Во текот на репродуктивниот период, секој месец обично се ослободува само една јајце-клетка.

Оогенезата започнува уште пред раѓањето со формирање на примарните ооцити. Во секој менструален циклус, еден примарен ооцит созрева во Графов фоликул. Ова е фоликуларна фаза на јајчникот во која со мејоза I се создава секундарен ооцит и поларно тело што се распаѓа. Секундарниот ооцит ја започнува мејоза II, но ја запира до оплодување. Потоа Графовиот фоликул пука и секундарниот ооцит се исфрла од јајчникот — процесот е наречен **овулација**. При овулација, секундарниот ооцит се ослободува од јајчникот. Ако не се оплоди, ооцитот се распаѓа. Доколку се оплоди, ооцитот ја завршува мејоза II и се создаваат зрела јајце-клетка и второ поларно тело.



По овулацијата почнува втората фаза од оваријалниот циклус, наречена лутеинска фаза или фаза на жолто тело. Од остатоците на Графовиот фоликул се создава прво хеморагично тело, а потоа жолтото тело коешто лачи прогестерон и естрогени хормони. Ако јајце-клетката не се оплоди, жолтото тело пропаѓа и се претвора во сврзано ткиво наречено бело тело. Ако дојде до оплодување и бременост, жолтото тело продолжува да функционира и да лачи прогестерон до четвртиот месец, а потоа улогата ја презема плацентата која ја поддржува бременоста со лачење на хормоните прогестерон и естрогени.

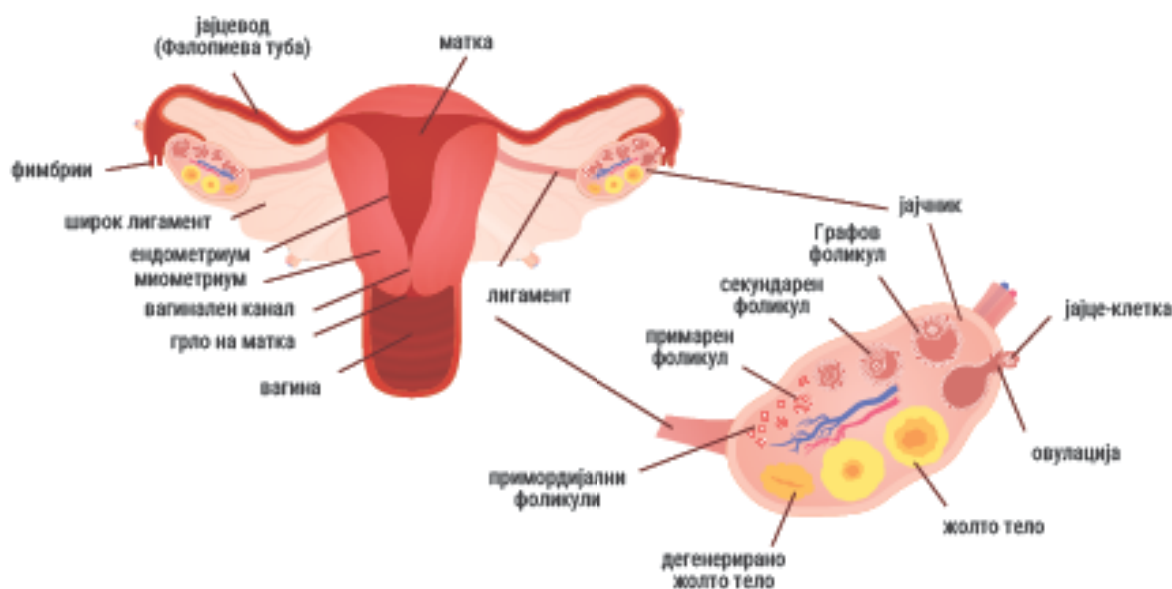
Освен егзокрината функција, јајниците имаат и ендокрина функција. Од нив се лачат два вида полови хормони: естрогени и прогестерон.

- Од естрогените хормони најважен е естрадиолот кој го поттикнува развојот на секундарните полови карактеристики и растот и развојот на женските полови органи. Естрогените го стимулираат и развојот на млечните жлезди.
- Најважна функција на прогестеронот е да ги поттикнува секреторните промени во ендометриумот на матката и да го подготви за прифаќање на евентуално оплодената јајце-клетка.

Дополнителните женски репродуктивни органи започнуваат со јајцеводите. **Јајцеводите** се канали преку кои јајце-клетките се пренесуваат од јајчникот до матката. Тие се нарекуваат и **Фалопиеви туби**, а се долги околу 12,5 cm. Јајцеводите не се директно поврзани со јајниците, туку јајце-клетката влегува во каналот со помош на **фимбри** – мали ресести творби на рабовите на јајцеводот, како и со помош на течноста во карличната празнина. Јајце-клетката не може да се движи сама, па нејзиното движење кон матката зависи од трепките на внатрешниот слој и брановитите контракции на мускулниот ѕид на јајцеводот. Патувањето трае околу 5 дена.

Матката е крушковиден мускулест орган долг околу 7,5 cm, широк 5 cm и длабок 2,5 cm во кој се развива фетусот. Во горниот дел се поврзува со јајцеводите, а во долниот дел продолжува во вагина (родница). Поширокиот и погорниот дел е наречен тело на матката, а подолниот и потесен дел – грло на матка (цервикс). Внатрешната празнина на матката е обложена со ендометриум кој се менува при менструацијата. Матката е прицврстена со **широки лигаменти** од двете страни за страничните видови на карлицата и може да се проширува за време на бременост.

Вагината е мускулен канал долг околу 7,5 cm кој ја поврзува матката со надворешноста. Во горниот дел навлегува грлото на матката, додека внатрешната мукозна слузница овозможува значително



Женски полов систем и развој на јајце-клетка

проширување, на пример при раѓање. Вагината го прима пенисот за време на половиот однос. Близу до вагиналниот отвор се наоѓа мембрана наречена химен што се раскинува при првиот полов однос. Од двете страни се сместени жлезди кои лачат секрет за подмачкување на вагиналниот канал.

Надворешните делови на женскиот репродуктивен систем создаваат т.н. вулва во која спаѓаат двата пара вагинални усни (лабиуми), клиторисот и други структури. Делот меѓу надворешните полови органи и анусот и кај женскиот и кај машкиот пол е наречен перинеум.



Надворешни органи на женскиот репродуктивен систем

МЕНСТРУАЛЕН ЦИКЛУС

Кај женските, како и кај машките единки, репродуктивната функција ја контролираат хормони на хипофизата, чија активност, пак, ја контролира хипоталамусот. Кај жената, за разлика од мажот, се јавуваат циклични промени во нивото на хормоните што се повторуваат во секој менструален циклус. Просечниот менструален циклус трае околу 28 дена (може да варира од 21 до 35 дена). За време на циклусот, ендометриумот на утерусот минува низ три фази: пролиферативна, секреторна и менструација.

1. Пролиферативна (естрогена) фаза (од околу 5. до 14. ден на циклусот)

Во оваа фаза, под влијание на FSH, фоликулите во јајцниците созреваат и лачат естрогени. Ендометриумот се задебелува и расте со цел да се подготви матката за можна бременост. По овулацијата, задебелувањето престанува.

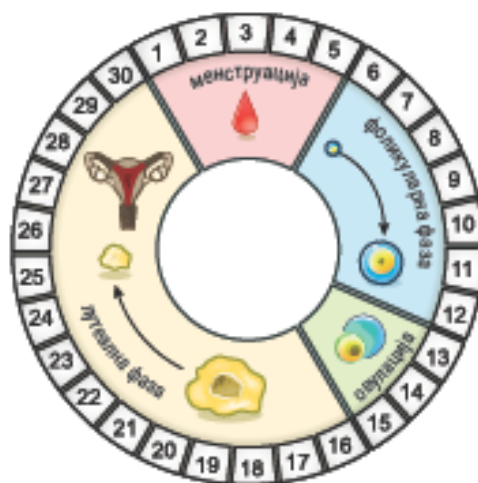
2. Секреторна (прогестациска) фаза (од околу 15. до 28. ден на циклусот)

Оваа фаза започнува по овулацијата. Во јајцниците, жолтото тело лачи големи количества прогестерон и помали количества естрогени хормони. Овие хормони, а особено прогестеронот, условуваат продолжување на растењето на ендометриумот, со што се создаваат услови за вгнездување на евентуално оплодената јајце-клетка и услови за обезбедување почетна храна за развој на ембрионот.

3. Менструација (ако не дојде до оплодување на јајце-клетката)

Во оваа фаза, нивоата на хормони паѓаат, ендометриумот се распаѓа и се исфрла од телото заедно со крвта. Во текот на една нормална менструација се губат околу 35 mL крв, измешана со уште 35 mL течност. Менструалната крв обично не е згргачена (коагулирана) туку секогаш е течна. По 3 до 7 дена од почетокот на менструацијата (просечно по околу 4 дена) крвавењето престанува, бидејќи за тоа време ендометриумот на матката се обновил со нов епител.

Различни единки различно ја доживуваат менструацијата, и покрај тоа што е сосема природен физиолошки процес. Чест е случајот кога првата менструација е придружена со чувство на слабост, со болки и со поголемо губење крв. Треба да се знае дека менструацијата не е болест (патолошка состојба), туку сосема нормална физиолошка појава по достигнувањето полово зрелост. Токму затоа, за време на менструацијата треба да се живее вообичаено. Сепак, треба да се избегнува долготрајно одење, скокање, дигање тешки предмети, да се избегнува можноста за преладување во тој период и сл. За време на менструацијата треба да се посвети особено внимание на хигиената.



Шематски приказ на менструален циклус

КОНТРОЛА НА ОРГАНИТЕ НА ЖЕНСКИОТ РЕПРОДУКТИВЕН СИСТЕМ

Ендокрината активност на јајниците, исто како и тестисите, е регулирана со негативна повратна врска преку системот хипоталамус – хипофиза. Хипоталамусот создава гонадотропински хормон (GnRH) кој ја стимулира хипофизата да лачи FSH и LH. Овие хормони (наречени и гонадостимулини), ги поттикнуваат јајниците да стимулираат раст и развој на Графовиот фоликул и созревање на ооцитите. Созревање на фоликулот го поттикнува лачењето на естрогени кои го подготвуваат ендометриумот за евентуална бременост. На средината на циклусот, високите нивоа на FSH, LH и естрогени, поттикнуваат овулација. Остатоките од фоликулот формираат жолто тело кое лачи прогестерон. На неговото созревање и активност значајно влијание има високата концентрација на LH во крвта. Ако не дојде до оплодување, жолтото тело пропаѓа и се претвора во бело тело, а нивото на хормони се намалува, што ја започнува менструацијата.

Пубертет е периодот на почеток на половата зрелост и половиот живот, а менарха е првата менструација. Пубертетот се јавува како резултат на зголемено лачење на гонадостимулирачките хормони од предниот дел на хипофизата. Тоа зголемување е постепено: почнува околу 8. година, а постигнува максимум меѓу 11. и 13. година, кога и доаѓа до појава на првата менструација.

Менопаузата или климактериумот го означува периодот од животот на жената кога доаѓа до престанување на менструалниот циклус (менструацијата). Тоа обично се случува на возраст меѓу 45 и 55 години. Причината за појавата на менопаузата е намалувањето или престанувањето на функцијата на јајниците. Во тој период настануваат еден вид атрофички промени и на ниво на матката, јајцеводите, вагината и вулвата.

Иако менопаузата се третира како нормална состојба, сепак, намалувањето или отсуството на половите хормони често предизвикува значајни психолошки и физиолошки промени. Некои од нив се: зголемена раздразливост, појава на нервоза, наплив на жештина („топлина и црвенило“), краткотрајна вртоглавица, психичко чувство на тешко дишење, замор и др.

Активност

Навигација на животот

Поделете се во групи од 3–4 ученици. Со помош на вештачка интелигенција, реконструирајте го патот низ кој поминуваат сперматозоидот и јајце-клетката до оплодување. Истражете зошто се произведува голем број сперматозоиди и какво значење има тоа за успешното оплодување. Споредете ги одговорите од ВИ со податоците од учебникот.

Прашања за повторување

1. Кои се примарните полови органи кај женските единки и која е нивната основна функција?
2. Наведи два помошни полови органи кај жената и објасни ја нивната улога.
3. Како естрогенот и прогестеронот учествуваат во менструалниот циклус?
4. Која е разликата во мејозата кај гаметите на женските во споредба со машките?
5. Како и каде јајце-клетката се движи по овулацијата?

Интересна биологија

- Јајниците лачат естроген и прогестерон кои не само што ја подготвуваат матката за бременост, туку влијаат и на телесната температура. За време на овулацијата, телесната температура на жената се зголемува за околу 0,3 – 0,5 °C, што е знак дека прогестеронот веќе дејствува.

2.20 Оплодување, бременост и ембрионален развој

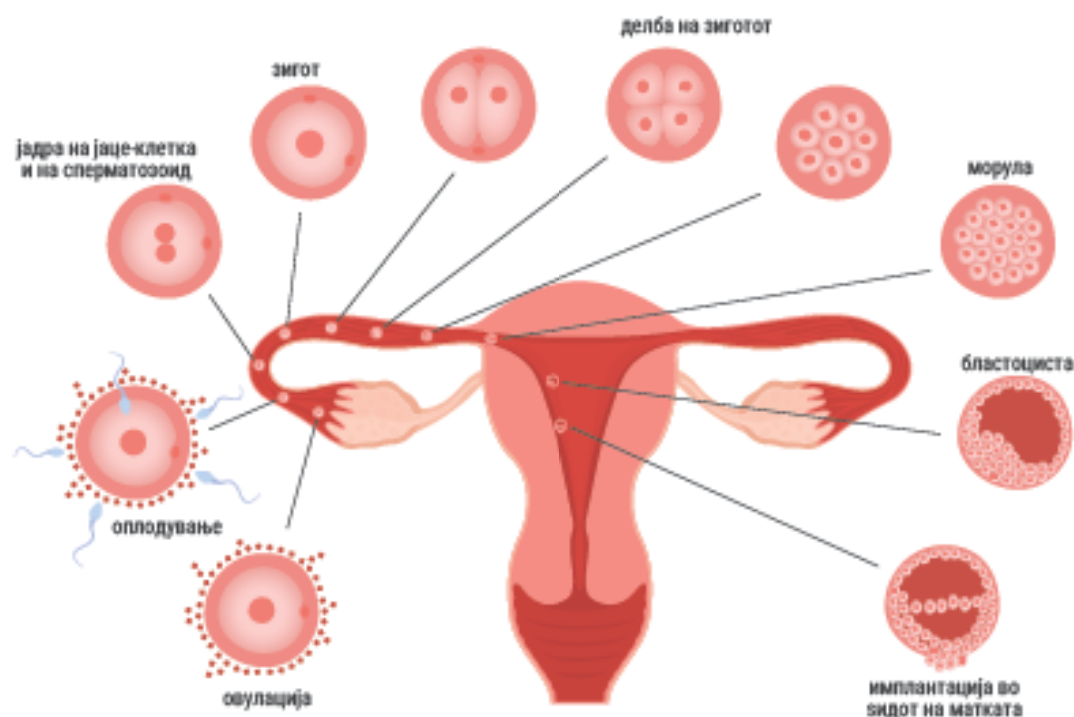
Потсети се!

- По колку хромозоми има во јајце-клетките и сперматозоидите? Зошто е тоа важно?
- Што е бременост и колку трае кај човекот?
- Подвижноста на сперматозоидите и на јајце-клетките е различна. На што се должи тоа?

ОПЛОДУВАЊЕ

За време на половиот контакт, при ејакулацијата, во вагината на женската единка се исфрлаат голем број сперматозоиди. Сперматозоидите можат да преживеат во женскиот репродуктивен тракт од 3 до 5 дена, но јајце-клетката е способна за оплодување само во тесен временски интервал од околу еден ден. Откако сперматозоидите ќе влезат во женскиот организам, тие започнуваат пат низ грлото на матката, матката и јајцеводите. За време на овој пат тие губат дел од својата обвивка и стануваат способни за оплодување. Кога ќе стигнат до јајце-клетката, сперматозоидите прво мораат да ја пробијат нејзината заштитна обвивка. Само еден сперматозоид успева да го направи тоа.

Кога сперматозоидот ќе навлезе во јајце-клетката, таа се активира да ја заврши втората мејотична делба и да стане секундарен ооцит подготвен за соединување со сперматозоидниот генетски материјал.



Шематски приказ на овулација, оплодување и имплантација

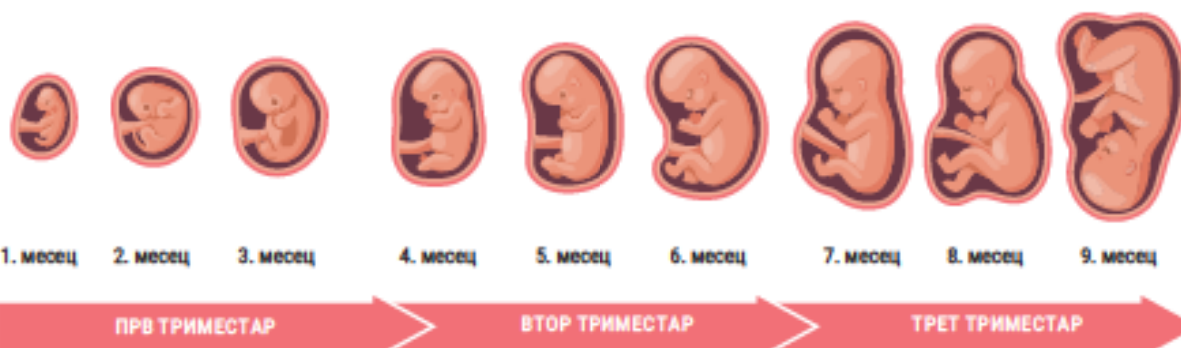
По спојувањето на генетскиот материјал од двете клетки се создава **зигот** – клетка со диплоиден генетски материјал (46 хромозоми). Зиготот е првата клетка на новиот организам која започнува да се дели и постепено се движи по јајцеводот кон матката. Движеќи се низ јајцеводот зиготот постојано го зголемува бројот на клетките. По само 3-4 митотски делби се создава компактна топчеста форма наречена **морула**. Потоа, во внатрешноста се оформува шуплина и се создава **бластоциста** (по околу 5–7 дена од оплодувањето). Бластоцистата се имплантира во слузницата на матката со што започнува **бременоста**. Во следниот период започнува оформувањето на основните телесни слоеви и зачетокот на органите, што го означува почетокот на ембрионалниот развој.

ИНТРАУТЕРИН (ЕМБРИОНАЛЕН) РАЗВОЈ

Интраутериниот развој кај човекот претставува сложен процес кој трае околу 40 недели (280 дена) и се дели на две фази: ембрионален и фетален период. За правилниот развој, клучна улога има плацентата, која се формира заедно со ембрионот и го поврзува со мајчината крв преку папочната врвца. Така плодот добива хранливи материи и се ослободува од отпадните продукти.

Во ембрионалниот период започнуваат да се формираат сите главни органи и системи (*органогенеза*). До крајот на осмата недела ембрионот има примитивни срце, бубрези, црн дроб, екстремитети и нервна туба која е зачетокот на мозокот и на 'рбетниот мозок. Во оваа фаза развојот е брз и драматичен, но ембрионот е сè уште мал (околу 3 cm).

Од деветтата недела започнува **феталниот период**, а ембрионот се нарекува **фетус**. Органите веќе се оформени и продолжуваат да созреваат. Фетусот се наоѓа во водна обвивка (плодова вода) што го штити и овозможува слободно движење. Во текот на овој период се развиваат мускулатурата, мозокот и срцето, се појавуваат движења и рефлексии, а телото почнува да складира масно ткиво. До крајот на бременоста фетусот е целосно оформено човечко суштество, подготвено за живот надвор од матката.



Развиток и положба на фетусот во утробата на мајката

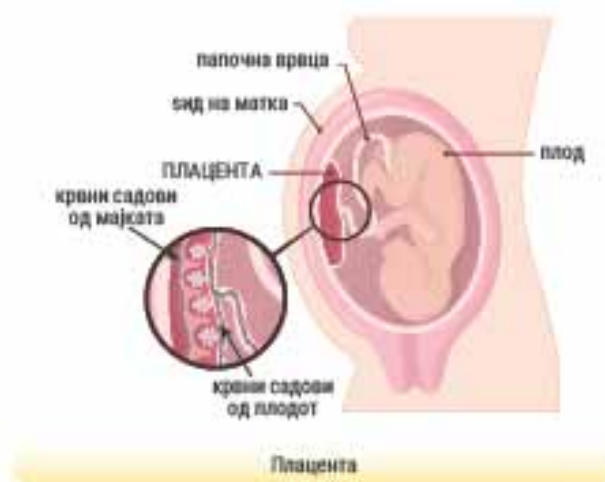
Плацентата е привремен, но исклучително важен орган што се развива веднаш по имплантацијата на јајце-клетката во матката. Таа е врската помеѓу организмот на мајката и фетусот, овозможувајќи размена на хранливи материи, кислород и отпадни производи. Во неа се развива густо разгранет систем на крвни садови, при што феталната крв и мајчината крв никогаш директно не се мешаат, а размената на материи се врши преку тенка мембрана.

Плацентата има и ендокрина улога. Таа создава хормони неопходни за одржување на бременоста, развој на млечните жлезди и спречување на нова овулација. Покрај тоа, плацентата дејствува како заштитна бариера, иако некои штетни материи (како алкохол, никотин, одредени лекови) можат да ја преминат и да влијаат врз фетусот.

При породувањето и плацентата се исфрла од телото на мајката бидејќи нејзината функција повеќе не е потребна. Затоа плацентата се означува како привремен орган.

Пред самото породување, лачењето на прогестеронот нагло се намалува. Истовремено се зголемува лачењето на окситоцинот од задниот дел на хипофизата кој дејствува врз ѕидот на матката предизвикувајќи породилни контракции. При една таква контракција доаѓа до породување.

Нормалната бременост е природна и физиолошка појава, па мајката може да живее речиси според вообичаениот начин на живеење. Сепак, треба да се избегнува подигање тешки предмети, скокање и претерано физичко или психичко напрегање. За време на бременоста мајчиното тело претрпува одредени промени, па така срцето работи поинтензивно, белите дробови обезбедуваат повеќе кислород, бубрезите се поактивни, а потребата за храна се зголемува. За правилен развој на плодот, мајката треба да избегнува алкохол и пушење, да има умерена физичка активност и прошетки на чист воздух.



ЛАКТАЦИЈА

До пубертет, млечните жлезди се слабо развиени. За време на пубертетот, хормоните ги стимулираат млечните каналчиња да се издолжат и разгранат, а ткивото се збогатува со крв и масно ткиво, што доведува до зголемување на дојките и до потемнување на областа околу брадавиците. За време на бременоста, млечните канали се развиваат уште повеќе, се создаваат клетки што произведуваат млеко (лактоцити).

По породувањето млекото коешто се создава се спроведува низ млечните канали што се спојуваат кај градната брадавица. Периодот на излачување на млеко од млечните жлезди е наречен период на лактација. Лачењето и истекувањето на млекото се потпомага од окситоцинот кој предизвикува контракции на млечните каналчиња, а неговото лачење се зголемува при дразнење на брадавиците за време на доењето.

ПОСТЕМБРИОНАЛЕН РАЗВОЈ

Со раѓањето, бебето започнува самостоен живот, а периодот на растење и развивање по раѓањето се нарекува **постембрионален развој**. Иако е одвоено од мајката, бебето во првите месеци е целосно зависно од нејзината грижа. Овој период е особено важен за правилен раст и развој и бара соодветна нега, хигиена и исхрана, со што се намалува ризикот од заболувања. Во првите месеци бебето се храни со мајчино млеко кое ги обезбедува сите потребни хранливи материи.

Првите заби најчесто никнуваат околу петтиот до шестиот месец, а по осмиот месец детето покажува обиди за стоене и одење. Околу една година возраст, повеќето деца ги прават првите чекори. Во првата година детето прима вакцини за заштита од заразни болести. Од првата до четвртата година детето станува посигурно во движењето, развива говор и интерес за игра. Во овој и во понатамошниот период важно е детето да се учи на лична хигиена, ред и здрави навики.

Одењето на училиште му овозможува на детето да ги развива веќе стекнатите навики, но и да стекнува нови знаења, умеења и вештини важни за неговиот понатамошен раст и развој. Детето треба подготвено да го дочека пубертетот, односно да знае што претставува тој период, зошто

настанува и какви промени носи. Во пубертетот се јавуваат и првите симпатии и емоционални врски, што е нормален дел од развојот. Поради чувствителноста на овој период на младите им е потребно разбирање, поддршка и позитивна средина за правилен психички развој.

По завршувањето на адолесценцијата, обично кон крајот на тинејџерските години, доаѓа до поголема усогласеност на физичката и психичката зрелост. Возрасните лица стануваат посамостојни и способни да преземаат одговорности, вклучително и создавање семејство. За здрава бременост и правилен развој на потомството, важно е идните родители да бидат физички и психички зрели, како и да имаат соодветни животни услови.

Зрелоста за брак подразбира и одговорен став кон планирање на семејството, односно слободен и свесен избор за бројот на децата. Планирањето на семејството има важно влијание врз здравјето, развојот и благосостојбата на семејството. Семејството е општествена заедница заснована на брак, во која владее рамноправност, меѓусебна почит и грижа за децата. Неговата улога е создавање и одгледување на потомството, задоволување на биолошките и емоционалните потреби, воспитување и обезбедување услови за живот. Психичкото здравје и хармонијата во семејството се од големо значење за правилен развој на детето. Родителите со своето однесување претставуваат пример за децата, а позитивната семејна средина придонесува за здраво социјално и емоционално созревање.

Активност

Природно наспроти лабораториско оплодување

Во мали тимови, истражете ги двете патеки до почетокот на новиот живот – запишете ги разликите помеѓу она што го прави природата и она што го овозможува современата медицина преку методот на ин витро оплодување (IVF). Фокусирајте се на местото каде што се сретнуваат клетките, кој ги контролира условите за раст на ембрионот и каде тој расте.

Дискутирајте во кои случаи медицинската интервенција е неопходна за да им се помогне на паровите да станат родители.

Прашања за повторување

1. Како настанува оплодувањето кај човекот и каде најчесто се случува овој процес?
2. Како прогестеронот учествува во одржувањето на бременоста?
3. Што е плацентата, како настанува, која е нејзината функција и како се губи?
4. Кој хормон го поттикнува процесот на породување?

Интересна биологија

- Најчесто при оплодувањето се спојуваат една јајце-клетка и еден сперматозоид, но понекогаш може да настанат близнаци или повеќе бебиња. Еднојајчани (идентични) близнаци настануваат кога еден зигот подоцна се разделува на два или повеќе ембриони (што е исклучително ретка појава), па затоа тие имаат исти гени и ист пол. Двојајчани близнаци се создаваат кога во ист циклус се ослободуваат две јајце-клетки, а секоја од нив се оплодува со различен сперматозоид; тие можат да бидат од различен пол и не се генетски идентични. Кога се оплодуваат три или повеќе јајце-клетки или кога зиготот се разделува повеќепати, може да настанат тројки или повеќеплодна бременост.

2.21 Одржување на здравјето на репродуктивниот систем

Потсети се!

- Што се сексуално преносливи болести?
- Како доаѓа до бременост? Во кои денови од менструалниот циклус може да дојде до бременост?
- Што е контрацепција? Знаеш ли некои контрацептивни мерки?

Половите органи и органите за излучување се поврзани помеѓу себе. Урината што се создава во бубрезите се исфрла од телото преку мочниот канал. Кај машките овој канал поминува низ пенисот, а низ него се ифрла и семената течност. Кај женските, мочниот канал е засебен и одделен од вагината, но отворите на овие два канали се блиску еден до друг. Поради тоа отворите на половите канали многу често се места за различни можни инфекции.

За да се спречи појава на инфекции на половите органи треба да се обрне особено внимание на одржувањето на хигиената за време на менструалниот циклус кај женските. Освен редовно одржување на хигиена треба да се внимава на користење сопствен прибор за лична хигиена и сопствена облека.

Репродуктивното здравје претставува важен дел од општото здравје на секој човек. Многу млади не се свесни дека бременост и сексуални инфекции можат да настанат и при еден единствен незаштитен сексуален контакт. Недоволното знаење за овулацијата, менструалниот циклус и плодноста често води до непланирани бремености кои можат да имаат психолошки, здравствени и социјални последици. Правилната употреба на контрацептивни методи како кондоми, хормонални таблети или други форми на заштита, им помага на младите да донесуваат одговорни одлуки и да го планираат својот живот. Планирањето на семејството не се однесува само на изборот кога да се има деца, туку и на подготовка за одговорно родителство и стабилна средина за растење на нов живот.

НАРУШУВАЊА ВО МЕНСТРУАЛНИОТ ЦИКЛУС

Постојат разни причини што можат да доведат до нарушување на нормалниот менструален циклус. Најчести причини се: нарушување во секрецијата на половите хормони, вродени абнормалности на половите органи, разни медицински третмани, психолошките фактори, климатските и висинските промени, но и многу други.

Отсуството на менструалниот циклус е познато како **аменореја**. Оваа појава може да биде последица на недоволна секреција на полови хормони или вродена (конгенитална) абнормалност на репродуктивните органи. Причина за појава на аменореја можат да бидат и честите стресови и други психолошки фактори. Аменорејата, како нормален физиолошки феномен, се јавува во менопаузата и за време на бременоста.

Друго нарушување во менструалниот циклус е појавата на **дисменореја**. Под дисменореја се подразбира болна или отежната менструација. Почесто се јавува кај младите жени, а причина за појавата може да биде и недоволната зрелост на матката.

Познати се случаи или состојби кога кај некои жени доаѓа до зголемено (ненормално) крвање од матката, односно до прекумерни менструални крвавења, пречеста менструација и неменструално крвање. Која било од споменатите состојби може да предизвика појава на сериозни анемии, поради што е потребно навремено лекување и следење на состојбата. Неменструалното крвање може да укажува и на појава на промени во матката.

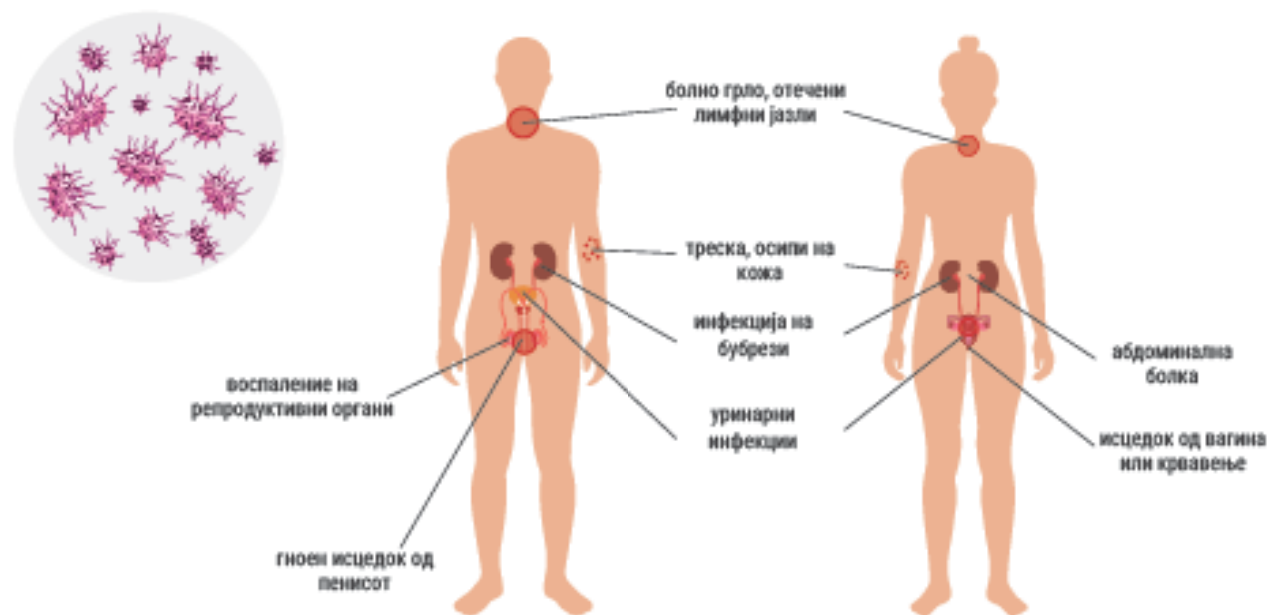
СЕКСУАЛНО ЗДРАВЈЕ

Здравото сексуално однесување подразбира свесност, информиран избор и одговорност кон себе и партнерот. Тоа вклучува користење на заштита, познавање на сопственото тело, почитување на границите, комуникација и избегнување ризични ситуации.

Покрај ризикот од непланирана бременост, незаштитените сексуални односи носат и друга сериозна опасност, а тоа се **сексуално преносливи болести (СПБ)**. Многу од овие заболувања можат да се пренесат без видливи симптоми, што ја зголемува важноста на редовните прегледи, тестирање и заштита.

Инфекциите на машките и женските полови органи најчесто се јавуваат кај лица кои имаат полови контакти со непознати лица и тие можат да бидат предизвикани од различни видови микроорганизми. Најчести се хламидијалните и гонококните инфекции. Овие полови преносни болести кај машките единки се изразуваат со исфрлање гној преку мочниот канал, што може да биде придружено со воспаление и болка, особено во текот на уринирањето. Друга честа, полови пренослива болест е постојаната непријатна инфекција, наречена полов херпес. Сифилисот е полови пренослива болест предизвикана од бактерија од групата на спирохети. Гонорејата или трипер е полови пренослива болест предизвикана од бактерија.

Сидра или синдром на стекнато губење на имунитетот е сериозно, тешко и смртоносно заболување. Предизвикувач е вирусот ХИВ. Се пренесува преку сексуални односи. Кога вирусот ќе навлезе во организмот, напаѓа посебен вид на бели крвни клетки, а со самото тоа го напаѓа имунитетот. Така организмот останува без одбрана, а со самото тоа подлежи на голем број други инфекции.



Гонореја е сексуално пренослива болест предизвикана од бактеријата *Neisseria gonorrhoeae*

Бидејќи овие болести се пренесуваат преку сексуални, полови контакти, заболувањето кај едниот доведува до заболување и кај другиот партнер. Поради тоа и лечењето треба да биде истовремено кај двата партнери. Ширењето на сидата (AIDS) и другите полово преносливи болести, го поттикнува интересирањето за производство на подобри кондоми, вклучувајќи и женски кондом. Употребата на кондоми при сексуалните односи не само што штити од несакана бременост туку и ги намалува можностите за инфекција.

КОНТРАЦЕПЦИЈА

Предвременото стапување во сексуални односи создава голем број проблеми кај младите. Поради тоа благовремено треба да се мисли на заштита од несакана бременост. Најдобри резултати на заштита се постигнуваат со контрацептивни средства. Присилно прекинување на бременоста – абортус, е штетно за психичкото и физичкото здравје на жената. Освен тоа постои можност по абортусот жената да остане стерилна (неплодна).

Поимот **контрацепција** подразбира употреба на вештачки методи што ќе го спречат оплодувањето на јајце-клетката или нејзиното вгнездување во ендометриумот. Денес постојат повеќе контрацептивни мерки и методи. Притоа користењето на секоја од нив мора да биде во консултација со стручни лица.

За контрацептивни мерки се сметаат *прекинувањето на половиот акт пред ејакулацијата* или *утврдувањето на плодните денови* и *избегнување полов контакт во тие денови*.

Контрацептивни мерки со *механичка заштита* (бариера) спречуваат навлегување на сперматозоидите во матката. Такви средства се презервативите (кондоми) што ги користат машките или дијафрагмата кај женските.

Хемиска заштита е трет тип на заштита што се базира на користење на средства што ги убиваат сперматозоидите. Такви средства се: лимонска, млечна киселина, калиум перманганат и др. Во оваа група на заштита спаѓаат препарати како пени, кремове, аеросоли и други, што се внесуваат во вагината пред половиот акт. На сличен начин дејствуваат и интраутерините уреди (спирали) кои се вметнуваат во матката на жените и траат неколку години.

Хормонската контрацепција или популарно наречени антибеби таблети спаѓа во групата на *биолошко-хормонска заштита*. Со нив се предизвикува привремена неплодност кај жената и промена на менструалниот циклус. Можат да се најдат и во форма на импланти, лепенки и сл.



Разни контрацептивни методи

Може да се предизвика и вештачка стерилизација со што се предизвикува траен стерилитет, но активниот полов живот сè уште е присутен. Стерилизацијата кај мажите е со подврзување на семеводите (вазектомија), а кај жените со подврзување или раздвојување на јајцеводите од близината на јајчниците.

ЗДРАВИ НАВИКИ ЗА ЗАЧУВУВАЊЕ НА ПОЛОВОТО И РЕПРОДУКТИВНОТО ЗДРАВЈЕ

Половото и репродуктивното здравје претставуваат важен дел од целокупното здравје на човекот и имаат значајно влијание врз физичката, емоционалната и социјалната благосостојба. Усвојувањето на здрави навики уште од адолесцентната возраст придонесува за правилен развој на половите органи, одржување на хормоналната рамнотежа и превенција од многу заболувања кои можат да имаат долгорочни последици.

Една од најосновните навики е одржувањето на соодветна **интимна хигиена**. Редовното миеење на надворешните полови органи со млека вода и соодветни, нежни средства, помага во спречување на инфекции и воспаленија. Прекумерната употреба на агресивни сапуни и парфимирани производи може да ја наруши природната заштитна средина на кожата и слузницата, па затоа тие треба да се избегнуваат. Носењето чиста, памучна и удобна долна облека го намалува ризикот од инфекции.

Одговорното сексуално однесување е клучно за зачувување на репродуктивното здравје. Користењето кондоми при сексуален однос е една од најважните заштитни мерки, бидејќи тие не само што спречуваат непланирана бременост, туку и значително го намалуваат ризикот од сексуално преносливи болести. Започнувањето сексуален живот треба да биде резултат на информирана одлука, меѓусебна согласност и чувство на сигурност. Избегнувањето на честа промена на партнери и однесувањето со почит кон себе и партнерот се важни аспекти на здравото сексуално однесување.

Редовните **здравствени прегледи** играат значајна улога во раното откривање на проблеми. Девојките, особено по започнување на сексуалниот живот, треба да посетуваат гинеколог, додека момчињата треба да побараат лекарска помош доколку забележат болка, оток или промени на тестисите. Самопрегледот, како кај машките така и кај женските, помага во навремено забележување на невообичаени промени.

Здравиот начин на живот директно влијае врз функцијата на половите органи. Балансираната исхрана богата со витамини, минерали и протеини, редовната физичка активност и доволниот сон придонесуваат за нормален хормонален развој и добро општо здравје. Пушењето, алкохолот и употребата на дроги имаат негативно влијание врз плодноста и можат да доведат до нарушувања во репродуктивниот систем, па затоа треба да се избегнуваат.

Особено значајна е и **заштитата од инфекции**. Вакцинацијата претставува ефикасна превентивна мерка против одредени видови рак и генитални инфекции. Навременото лекување на уринарни и генитални инфекции спречува нивно ширење и појава на компликации кои можат да го нарушат репродуктивното здравје.

На крај, грижата за половото здравје подразбира и **психолошка зрелост и одговорност**. Почитувањето на личните граници, отворената комуникација, информираноста и донесувањето одговорни одлуки се клучни за зачувување на здравјето на половите органи и за создавање здрава основа за идно репродуктивно и семејно функционирање.



Редовни здравствени прегледи

Активност

Одговорно однесување за исполнет живот

Работете во мали групи за да анализирате реални ситуации поврзани со сексуалното однесување и можните ризици кај адолесцентите. Прочитајте го сценариото и откријте ги потенцијалните опасности (на пример: изложеност на СПБ или ризик од несакана бременост). Кои методи на контрацепција би биле најефикасни во таа ситуација? Направете разлика помеѓу методите што штитат само од бременост и оние што штитат и од инфекции. Истакнете ја важноста на искрената комуникација, одложувањето на сексуалните односи до целосна зрелост и редовните медицински прегледи. Презентирајте ги вашите заклучоци пред класот, нагласувајќи ја свесноста како најдобра превенција.

Прашања за повторување

1. Кои се најчестите методи на контрацепција и по што се разликуваат бариерните од хормонските методи?
2. Зошто планирањето на семејството е важно за здравјето на поединецот и семејството?
3. Кои се некои од најчестите сексуално преносливи болести и како се пренесуваат?
4. Што подразбира здраво и одговорно сексуално однесување кај адолесцентите?
5. Како користењето на заштита и информираноста придонесуваат за зачувување на репродуктивното здравје?

Интересна биологија

- Употребата на кондоми многу ги намалила инфекциите од ХИВ. Без нив, бројот на заболени би бил околу 160 % поголем. Само благодарение на нивната правилна употреба се спречени милиони нови инфекции низ светот.

2.22 Градба и функција на нервниот систем

Потсети се!

- Како работат срцевите клетки, а како скелетните?
- Зошто трепкаш кога нешто брзо се приближува кон твоите очи?

Замисли, пред да допреш жешка површина, раката ќе се повлече уште пред да сфатиш што се случило! Ваквите брзи реакции покажуваат како организмот постојано се приспособува на околината. Координацијата и реакциите се овозможени со заедничката работа на нервниот, осетниот и ендокриниот систем. Нервниот и осетниот систем овозможуваат брзо примање, обработување и пренесување информации. Черепните мозоци и 'рбетниот мозок ја координираат работата на органите и создаваат соодветен одговор, често и автоматски – како рефлекс. Иако овие системи користат различни механизми, тие работат усогласено со цел организмот да се заштити, да реагира навреме и да ја одржи внатрешната рамнотежа (хомеостаза).

Сите животни, вклучувајќи го и човекот, имаат **нервен систем** кој овозможува примање и обработка на информации од надворешната и внатрешната средина. Клетките на овој систем создаваат мрежа што овозможува брзи реакции и контрола на бројни процеси во организмот. Преку нервниот систем, човекот воспоставува контакт со околината и реагира на различни дразби (стимул) како што се механички, топлински, светлински и други. Нервниот систем ги прима овие дразби, ги обработува и испраќа соодветни наредби до органите и системите. На овој начин се одржува внатрешната рамнотежа на организмот и неговата лесна приспособливост кон постојано променливата средина.

Нервниот систем може да се подели анатомски – според градбата, или физиолошки – според функцијата.

Според градбата, се дели на централен нервен систем (ЦНС) и периферен нервен систем (ПНС). **Централниот нервен систем** го сочинуваат черепните мозоци и 'рбетниот мозок кои се заштитени со три мозочни обвивки. **Периферниот нервен систем** ги опфаќа сите нерви што се наоѓаат надвор од черепните и 'рбетниот мозок.

Според функцијата, нервниот систем може да биде автономен нервен систем (АНС) кој работи без контрола на нашата свест. Тој пренесува нервни импулси од ЦНС до внатрешните органи, жлездите и мазните мускули. Овој систем е поделен на **симпатички** и **парасимпатички нервен систем**. Двата дела на автономниот нервен систем функционираат антагонистички. Покрај автономниот нервен систем има и **соматски нервен систем** (што работи под контрола на свеста), кој го сочинуваат сите нерви што ја контролираат работата на скелетните мускули.

Од друга страна, нервниот систем се состои од **сензорни делови** кои ги примаат дразбите од внатрешната и надворешната средина и **моторни делови** кои овозможуваат одговор на тие дразби. Во мозокот овие информации се



Поделба и меѓусебна поврзаност на нервниот систем

обработуваат во посебни региони одговорни за сетилната перцепција, учењето, меморијата и емоциите, при што се формира соодветен одговор.

Основна градбена и функционална единица на нервниот систем е **нервната клетка** или **неврон**. Телото на невронот како и сите други клетки содржи јадро и други органели. Но, за разлика од другите клетки, на телото на невроните има два вида продолжетоци: дендрити и аксони.

- Дендритите се кратки и разгранети продолженија на невронот кои личат на гранки од дрво, по што и го добиле името (од грчкиот збор *dendron* – дрво). Тие служат за примање на дразби и пренесување на нервниот импулс кон телото на нервната клетка.
- Аксонот е долго продолжение на невронот што го спроведува нервниот импулс од телото на клетката кон друга клетка. Кај многу неврони, аксонот е обвиткан со **миелинска обвивка** која има изолаторска улога и го забрзува преносот на нервниот импулс.

Во периферниот нервен систем, миелинот го создаваат **Швановите клетки**. Миелинската обвивка не е континуирана, туку на одредени места има прекини наречени **Ранвиерови јазли** кои овозможуваат побрзо пренесување на нервните импулси. Надворешната мембрана на Швановите клетки образува тенка обвивка наречена **неврилема**. Таа има важна улога во обновувањето на некои периферни нерви по повреда.



Шематски приказ на градба на нервна клетка

Невроните во централниот нервен систем немаат миелинска обвивка. Поради недостаток на неврилема, обновувањето на нервните влакна во ЦНС е многу ограничено и настанатите повреди остануваат трајно. Помеѓу невроните во ЦНС има засебни клетки познати како **невроглија**, што припаѓаат на заштитното ткиво на ЦНС.

Аксоните обвиткани со миелин се нарекуваат **бели влакна** и ја сочинуваат **белата маса** која служи за пренесување на нервни импулси низ ЦНС. На крајот, аксоните завршуваат со разгранети немиелинизирани завршетоци преку кои воспоставуваат врска со други нервни или мускулни клетки. **Сивата маса** е составена од телата на нервните клетки и нивните дендрити кои не се обвиткани со миелин.

Функција на невроните во периферниот нервен систем е постојано да примаат информации од околината и да ги носат до ЦНС, но и од таму да ги враќаат како одговор на ЦНС до одредените органи во телото.

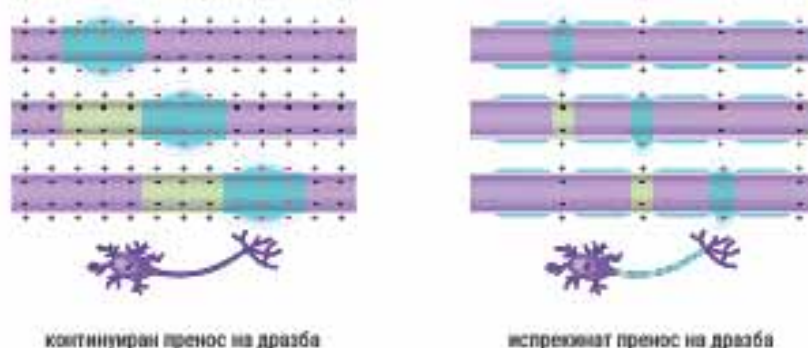
НЕРВЕН ИМПУЛС

Живите клетки во состојба на мирување имаат различна концентрација на јони од внатрешната и надворешната страна на клеточната мембрана. Поради ова, постои разлика во електричниот полнеж меѓу двете страни на мембраната. Имено, внатрешната страна е негативна, а надворешната

позитивна. Оваа разлика во полнеж се нарекува **мембрански потенцијал**. Затоа се вели дека клеточната мембрана во мирување е поларизирана. Исто е и кај неврните.

Кога врз неврнот ќе дејствува дразба, мембраната станува пропустлива за натриумови јони, кои навлегуваат во клетката и го менуваат електричниот полнеж. Оваа брза промена на мембранскиот потенцијал се нарекува **акциски потенцијал**, при што внатрешноста на клетката станува позитивна, а надворешноста негативна, процес познат како **деполаризација**. По престанување на дразбата, мембраната повторно го воспоставува почетниот распоред на јоните, што се нарекува **реполаризација**. Овој процес трае многу кратко и на клетката ѝ овозможува повторно да пренесе **нервен импулс**.

Миелинизираниите нервни влакна пренесуваат импулси многу побрзо од немиелинизираниите. Кај немиелинизираниите влакна импулсот се шири бавно и континуирано по целата мембрана.



Настанување на нервна дразба и создавање на акциски потенцијал

ПРЕНОС НА НЕРВЕН ИМПУЛС – СИНАПСА

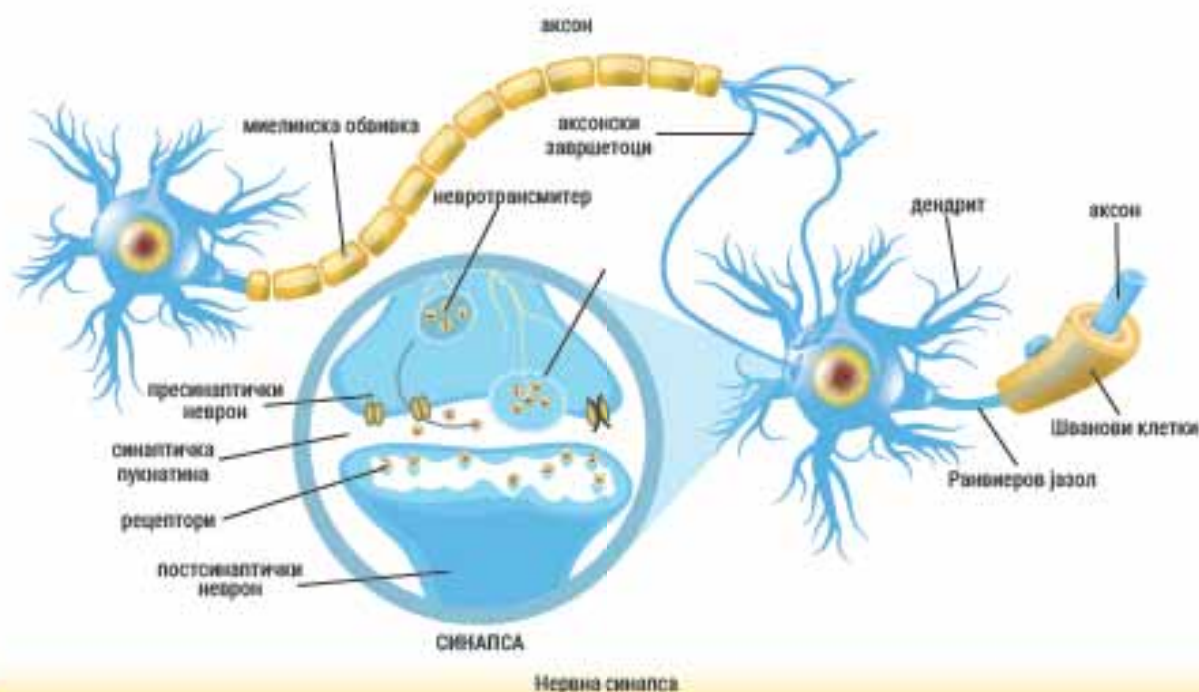
Неврните се самостојни клетки меѓу кои нема директен анатомски контакт. Преносот на нервната дразба се одвива преку посебно место наречено синапса. **Синапсата** претставува функционална врска меѓу две клетки преку која се пренесува нервниот импулс.

Според местото каде што се наоѓаат, синапсите можат да бидат **периферни** (во периферниот нервен систем) и **централни** (што се дел од централниот нервен систем).

Според начинот на пренесување на дразбата, тие се делат на електрични и хемиски. Кај **електричните синапси**, импулсот се пренесува директно и многу брзо од една клетка на друга преку посебни врски меѓу мембраните. Вакви синапси се поретки и се среќаваат во миокардот и во некои делови од мозокот. Најчести се **хемиските синапси**. Кај нив на краевите на аксонот има мали задебелувања со везикули исполнети со **невротрансмитери**. При надразнување, овие материји се ослободуваат во синаптичката пукнатина и се врзуваат за специфични рецептори на мембраната на следната (постсинаптичка) клетка. На тој начин, нервниот импулс се пренесува од една клетка на друга. По преносот на нервниот импулс, неврнотрансмитерите се деактивираат или разградуваат со помош на ензими, со што синапсата се враќа во состојба на мирување.

Од големиот број познати **невротрансмитери** (над 100), неколку имаат особено важно значење како **адреналинот**, **норадреналинот** и **ацетилхолинот**. Ацетилхолинот (ACh) се ослободува на невромускулните споеви – синапсите меѓу нервна и мускулна клетка. Со неговото дејство се овозможува пренос на нервниот импулс и контракција на мускулот.

Посебен вид на синапса наречена **невромускулна синапса** е спојувањето помеѓу нервните и мускулните клетки. Ваквите синапси овозможуваат контракција на мускулите.



Нервот претставува сноп од нервни влакна (аксони) што се наоѓаат надвор од централниот нервен систем. Во централниот нервен систем ваквите снопови се нарекуваат **трактуси** и служат за пренесување на нервни импулси. Нервот може да се спореди со електричен кабел составен од многу жици, при што секоја жица претставува едно нервно влакно заштитено со сврзано ткиво.

Некои черепни нерви се само сетилни (**аферентни**) и ги пренесуваат импулсите кон мозокот, додека други се само моторни (**еферентни**) и ги носат импулсите од мозокот кон органите и мускулите. Повеќето черепни и сите 'рбетни нерви содржат и сетилни и моторни влакна и затоа се нарекуваат мешани нерви.

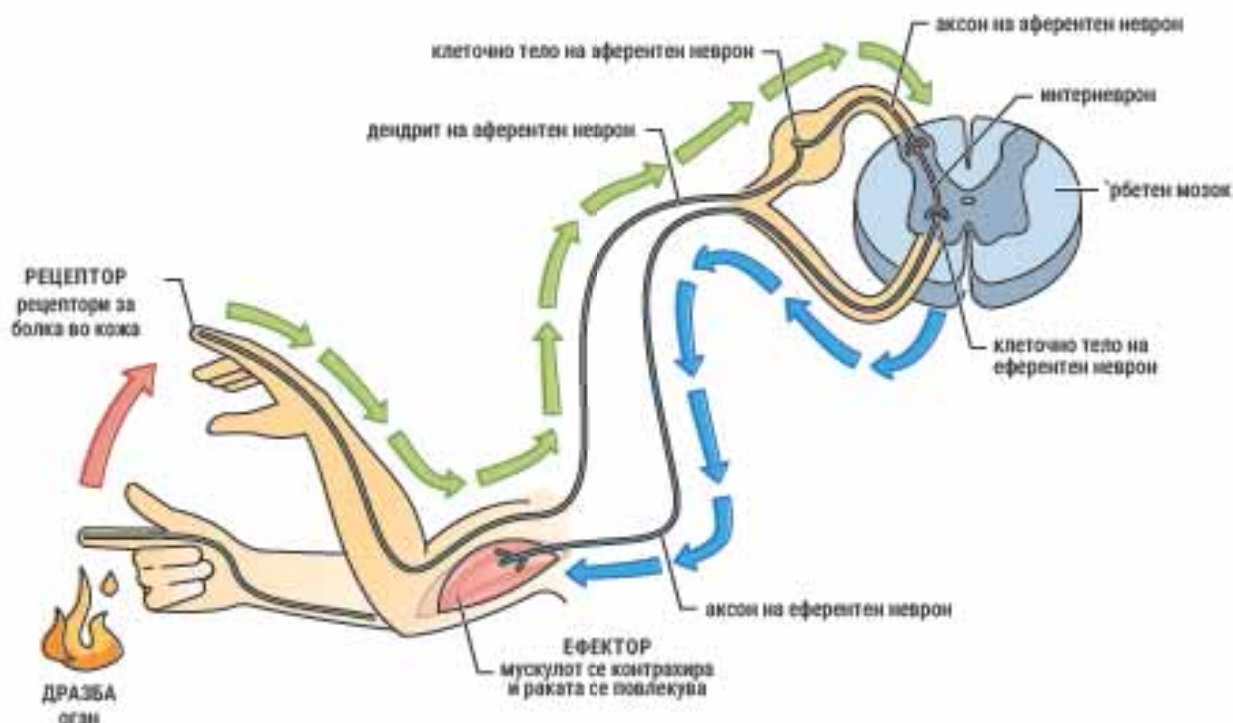


Аналогија на градба на нерв со електричен кабел

РЕФЛЕКСЕН ЛАК

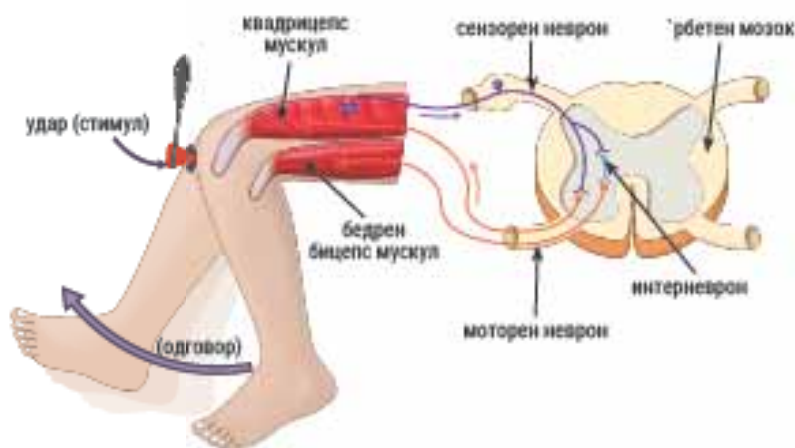
Нервниот систем функционира како динамичен систем кој прима дразби од внатрешната и надворешната средина, ги обработува и создава соодветен одговор. Патот по кој дразбата стигнува до нервниот систем и се претвора во реакција се нарекува **рефлексен лак**. Типичниот рефлексен лак се состои од:

- **Рецептор** – специјализирана сетилна клетка или крај на дендрит што ја прима дразбата од средината;
- **Сензорен (аферентен) невроне** – го пренесува нервниот импулс до централниот нервен систем;
- **Интерневроне (централен невроне)** – се наоѓа во черепниот или 'рбетниот мозок и ја обработува информацијата;
- **Моторен (еферентен) невроне** – го носи одговорот од централниот нервен систем до органот што реагира;
- **Ефектор** – мускул или жлезда што го прима одговорот и ја изведува реакцијата.



Рефлексен лак и неговите функционални делови (кожен сензорен рефлекс)

Сите рефлексни реакции се делат на *вродени (безусловни)* што постојат од раѓањето и *стекнати (условни)* што се создаваат во текот на животот. Вродените рефлексии се контролирани од 'рбетниот мозок и од делови на мозокот под кората на големиот мозок. Пример за ваков рефлекс кај човекот е пателарниот рефлекс (рефлекс на удрено колено) кој се извршува преку едноставен рефлексен лак. Покрај едноставните вродени рефлексии, постојат и сложени вродени реакции наречени инстинкти кои вклучуваат повеќе нервни центри и учество на кората на големиот мозок. Инстинктите можат да бидат одбранбени, ориентациски, полови, поврзани со исхраната итн.



Шематски приказ на рефлексен лак кај пателарен рефлекс

Стегнати (условни) рефлексии се реакции кои настануваат во текот на животот преку повеќекратно повторување на дразбата, и на еден начин нивното постоење е условено од повторувањето на дразбата. Условните рефлексии се контролирани од кората на големиот мозок. Доколку повторувачката дразба отсутствува, условниот рефлекс се инхибира и се губи.

Активност

1. Патот на една информација

Означи го шематски патот на нервниот импулс од моментот кога влегува во неврнот, па сè додека не се пренесе до соседната клетка. На шемата означи ги клучните делови и објасни која е нивната основна улога. Со свои зборови опиши како сигналот патува од дендритите кон аксонот. Дискусирајте што ако синапсата се расипе? Дали мислата ќе стигне до целта или ќе настане „краток спој“?

2. Патот на брзата реакција

Во мали групи, анализирајте како телото се справува со ненадејни ситуации како допир на жежок предмет или силен звук. Ваша задача е да го мапирате „патот на пораката“ од моментот на шок до моментот кога телото ќе реагира за да се заштити. Изберете едно сценарио (жежок предмет или бучава) и идентификувајте го рецепторот кој прв ја прима информацијата. Опишете како сигналот патува до соодветниот центар во ЦНС. Објаснете како центарот му наредува на мускулот да се повлече или да реагира.

Прашања за повторување

1. Кои се основните делови на нервниот систем?
2. Од кои делови е изграден еден неврн и која е улогата на дендритите, клеточното тело и аксонот?
3. Што е синапса и зошто таа е неопходна за пренесување на нервните импулси меѓу невроните или меѓу неврн и мускул?
4. Што се рефлексии и од кои делови се состои еден рефлексен лак?

Интересна биологија

- Нервниот импулс може да се движи со брзина до 120 m/s, што е околу 430 km/h – побрзо од автомобил на автопат. Затоа мозокот реагира речиси веднаш, на пример кога ја тргае раката од жешко тело. Иако импулсот се движи екстремно брзо, преносот меѓу два нерва се одвива преку хемиски сигнали, што покажува колку нервниот систем е прецизно и совршено координиран.

2.23 Централен нервен систем

Потсети се!

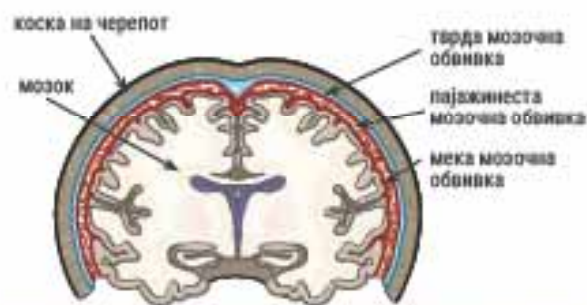
- Што е рефлексен лак? Каде се носи примената дразба?
- На многу работи што досега ти се случиле многу добро се сеќаваш. Зошто? Каде се зачувани?
- Што се черепна кутија и 'рбетен канал?

Централниот нервен систем претставува главен контролен центар на организмот и е изграден од густо поврзани нервни клетки во нивните мрежи. Тој прима информации од надворешната средина и од сите делови на телото, ги обработува и донесува одлуки за соодветна реакција. Во него се одвиваат сите свесни и несвесни процеси поврзани со мислење, учење, движење и одржување на виталните функции. На овој начин, централниот нервен систем обезбедува координација и успешно приспособување на организмот на промените од околината. Централниот нервен систем е изграден од 'рбетен и черепни мозоци.

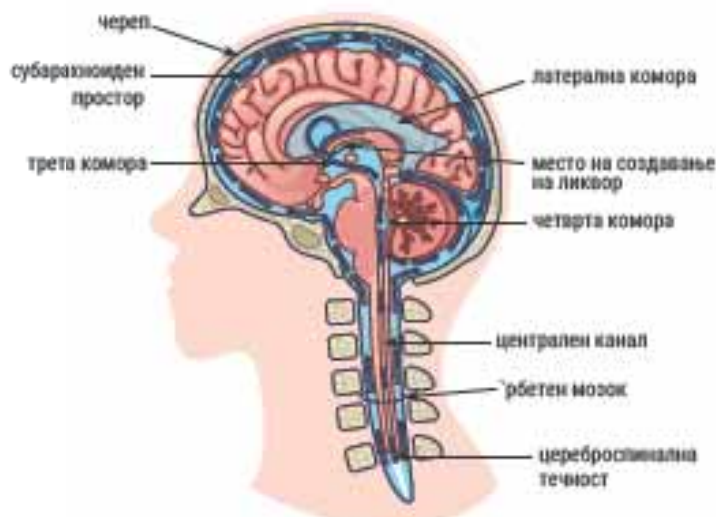
Покрај заштитата од коските во черепната кутија и пршлените во 'рбетниот столб, централниот нервен систем е дополнително заштитен со три обвивки, цереброспинална течност (ликвор) и специјални микроглија клетки. Овие структури го сочинуваат заштитниот систем на ЦНС.

Три обвивки (менинги) изградени од сврзано ткиво ги обвиваат черепниот и 'рбетниот мозок создавајќи комплетно затворен простор. Надворешната обвивка е тврда обвивка најдебела и најцврста од сите обвивки. Најдолната обвивка е мека обвивка која се поврзува со нервното ткиво на черепниот и 'рбетниот мозок, задржувајќи ги контурите на овие структури. Помеѓу овие две обвивки е средната обвивка наречена пајажинеста обвивка. Оваа обвивка е лабаво сврзана со меката обвивка со мрежести влакна, градејќи празнини за движење на цереброспиналната течност.

Цереброспиналната течност (ликвор) е бистра течност што циркулира во и околу черепниот и 'рбетниот мозок. Нејзина основна улога е заштита на нервното ткиво од потреси, достава на хранливи материи и отстранување на отпадни материи од невроните. Цереброспиналната течност се создава во четирите мозочни комори и се обновува неколкупати во текот на



Мозочни обвивки на трансверзален пресек на глава



Цереброспинална течност

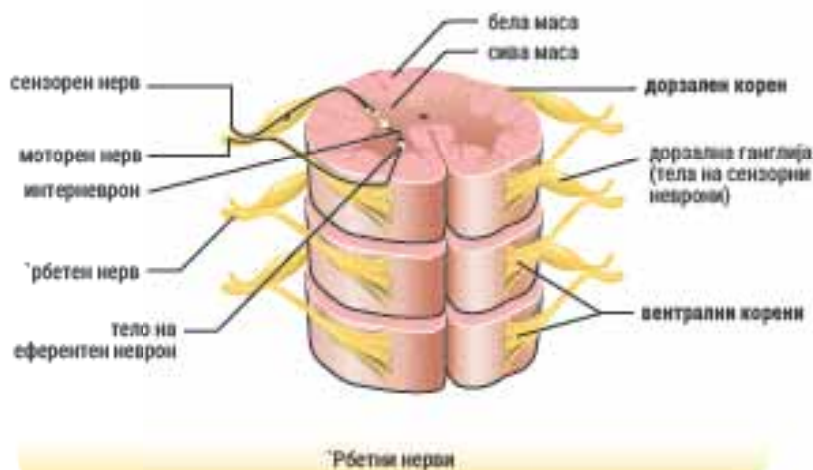
денот. Најголеми се двете латерални комори во мозочните хемисфери кои се поврзани со третата комора што го обвива меѓумозокот. Оваа комора, преку тесен канал преминува во четвртата комора која е од предната страна на малиот мозок. Оттаму, ликворот продолжува во централниот канал на 'рбетниот мозок.

Глија клетките се група различни клетки во нервниот систем кои имаат важна улога во поддршката на невроните. Тие ја обезбедуваат заштитата и исхраната на мозочното ткиво, учествуваат во отстранување на отпадни материи и помагаат во размена на хранливи материи.

'РБЕТЕН МОЗОК

'Рбетниот мозок е сместен во 'рбетниот канал, заштитен со 'рбетниот столб и со мозочните обвивки. Во 'рбетниот мозок постојат две главни зони: внатрешна сива маса и надворешна бела маса. Внатрешната сива маса содржи тела на неврони, интерневрони, моторни неврони и невроглија клетки. Надворешната бела маса се состои од снопови од сензорни и моторни неврони кои го поврзуваат 'рбетниот мозок со черепните мозоци и другите делови на телото. На напречен пресек, сивата маса има облик на буквата Н, со два пара рогови: дорзални (задни) и вентрални (предни). Во центарот е централниот канал исполнет со цереброспинална течност. Кај ембрионот, 'рбетниот мозок го исполнува целиот 'рбетен канал, но кај возрасен човек е пократок од каналот, и обично завршува во горниот дел на лумбосакралниот регион.

'Рбетниот мозок не само што пренесува пораки, туку е и центар за некои рефлексии. Содржи и центри за регулирање на витални функции како крвен притисок и дишење, но само како помошни центри, бидејќи главните центри за контрола се во черепните делови на ЦНС. 'Рбетниот мозок ја воспоставува врската меѓу надворешната средина и внатрешноста на организмот. Таквата врска се овозможува преку 'рбетните нерви.



Од 'рбетниот мозок излегуваат 31 пар **'рбетни (спинални) нерви**. Секој 'рбетен нерв се формира од два корена: дорзален (сензорен) кој носи импулси кон 'рбетниот мозок, и вентрален (моторен) кој ги носи импулсите од 'рбетниот мозок кон мускулите и жлездите. На дорзалниот корен се наоѓа 'рбетна ганглија во која се сместени телата на сензорните неврони. Со спојувањето на нервите од двата корена се создава мешан нерв, па затоа сите 'рбетни нерви се мешани.

Поголемите предни гранки на 'рбетните нерви се здружуваат и формираат *нервни плексуси*. Најзначајни се вратниот, градниот и слабинско-крсниот плексус што ги инервираат соодветните делови од телото.

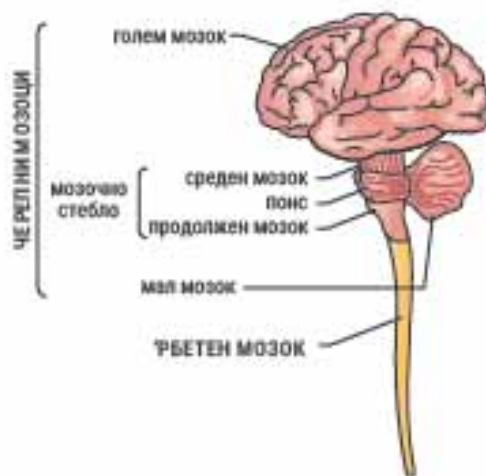
ЧЕРЕПНИ МОЗОЦИ

На 'рбетниот мозок се надоврзуваат черепните мозоци сместени во черепот. Сите се меѓусебно поврзани и функционираат како целина, но, сепак, може да се поделат на посебни делови (мозоци) како: мозочно стебло составено од среден мозок, понс и продолжен мозок, потоа мал мозок, меѓумозок и голем мозок.

Мозочното стебло е врската меѓу 'рбетниот мозок и големиот мозок. Во горниот дел на мозочното стебло се наоѓа *средниот мозок*. Под него се *понсот* (мост) и *продолжениот мозок*. Понсот е врска на средниот мозок со продолжениот мозок, а продолжениот мозок го поврзува черепниот со 'рбетниот мозок, а поминува низ широкиот отвор на основата на черепот.

Продолжениот мозок е сместен помеѓу понсот и 'рбетниот мозок. Овде се сместени центрите што ги регулираат виталните функции во организмот како што се:

- респираторниот центар што ги контролира контракциите на мускулите за респирација;
- срцевиот центар кој помага во регулирањето на работата на срцето;
- вазомоторниот центар што ги регулира контракциите на мазните мускули во видовите на крвните садови, а со тоа го контролира протокот на крв и крвниот притисок;
- центри за заштитни реакции како кашлање, кивање, повраќање, солзење, како и центрите за секреција на плунката и другите дигестивни сокови.



Шематски приказ на деловите на ЦНС

Понсот се наоѓа меѓу продолжениот мозок и средниот мозок, пред малиот мозок. Тој е составен од големи миелинизирани нервни влакна. Понсот е важна врска меѓу малиот мозок и остатокот од нервниот систем. Одредени рефлексни акции, како што е регулирањето на респирацијата, се интегрирани во понсот.

Средниот мозок е сместен на средината под големиот мозок и меѓумозокот. Тој е поврзан преку нервни патишта со повисоките центри на ЦНС и малиот мозок, од друга страна е поврзан и со подолните центри на ЦНС, понсот, продолжениот мозок и 'рбетниот мозок. До него доаѓаат импулсите од внатрешното уво и учествува во регулирањето на положбата на телото и тонусот на мускулите.

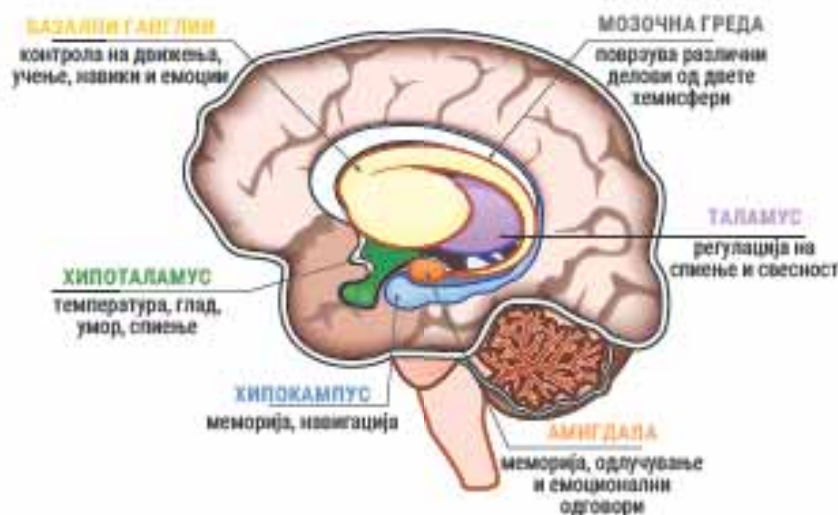
Малиот мозок (церебелум) (*cerebellum* – мал мозок или мозочче) е поделен на две хемисфери што ги поврзува среден дел наречен црв (*vermis*). Слично на хемисферите на кората од големиот мозок и кај малиот мозок надворешната зона е сива маса, но е многу повеќе избраздена, а внатрешно во најголем дел е бела маса. Малиот мозок учествува во координација на свесните мускулни движења како и во одржувањето на мускулниот тонус и рамнотежата.

Меѓумозокот е сместен меѓу мозочните хемисфери и мозочното стебло. Во меѓумозокот се вклучени таламусот и хипоталамусот. Тој претставува релејна станица во организмот низ која поминуваат сензорни импулси за да стигнат во сивата маса на мозочната кора.

Хипоталамусот е сместен под таламусот. Во него има клетки што ја помагаат контролата на телесната температура, водниот биланс, спиењето, апетитот и некои емоции како што се страв и милост. Тука се и центрите што ги регулираат инстинктите, преку што учествува во приспособувањето и опстанокот на организмите. Голем дел од центрите на автономниот нервен систем се под контрола на хипоталамусот. Под контрола на хипоталамусот стои и ендокриниот систем контролирајќи ја работата на хипофизата. Хипоталамусот има влијание врз работата на срцето, стегањето и олабавувањето на видовите на крвните садови и други витални функции за организмот.

Таламусот претставува главна преносна станица во мозокот каде што се примаат и пренасочуваат најголемиот дел од сетилните информации кон соодветните делови на мозочната кора.

По должината на границата меѓу големиот мозок и меѓумозокот се наоѓа регионот наречен **лимбусен систем** (лимбус – прстен).



Меѓумозок со таламус, хипоталамус и лимбусен систем

Овој систем е вклучен во регулирањето на емоционалната состојба и однесувањето. Во него влегува и хипокампусот (според изгледот сличен на морско коњче) кој е сместен под страничните мозочни комори. Тој учествува во процесите на учењето и создавањето долготрајна меморија. Таму се чуваат порано научените нешта. Исто така, таму се сместени и делови на ретикуларната (мрежестата) формација што го контролираат свесното однесување и сонот.

Сé уште е мистерија за тоа како, колку и кога се спие. Сонот е природна потреба на организмот и најчесто се јавува кога телото и мозокот се уморни. Спиенето го одмора организмот, го поправа паметењето, го зголемува имуниот систем.

Големиот мозок (церебрум) е најголем од черепните мозоци и е поделен на лева и десна мозочна хемисфера. Секоја хемисфера има четири главни резни (лобуси): *челен (фронтален)*, *темен (париетален)*, *слепоочен (темпорален)* и *тилен (окципитален)*. Постои и петти лобус – *остров (инсула)* кој се наоѓа длабоко во хемисферите и не се гледа од површината.

Надворешниот слој на големиот мозок е мозочната кора изградена од сива маса. Таа е одговорна за свесно размислување, учење, памтење и волеви движења. Кората е силно набрана и има испупчувања (*гируси*) и вдлабнувања (*сулкуси*) со што се зголемува нејзината површина. Под кората се наоѓа големо количество бела маса составена од миелинизирани нервни влакна кои ги поврзуваат различните делови на мозокот. Најзначајна врска од белата маса е мозочна греда (*corpus callosum*), кое претставува мост меѓу левата и десната мозочна хемисфера и овозможува размена на информации меѓу нив.

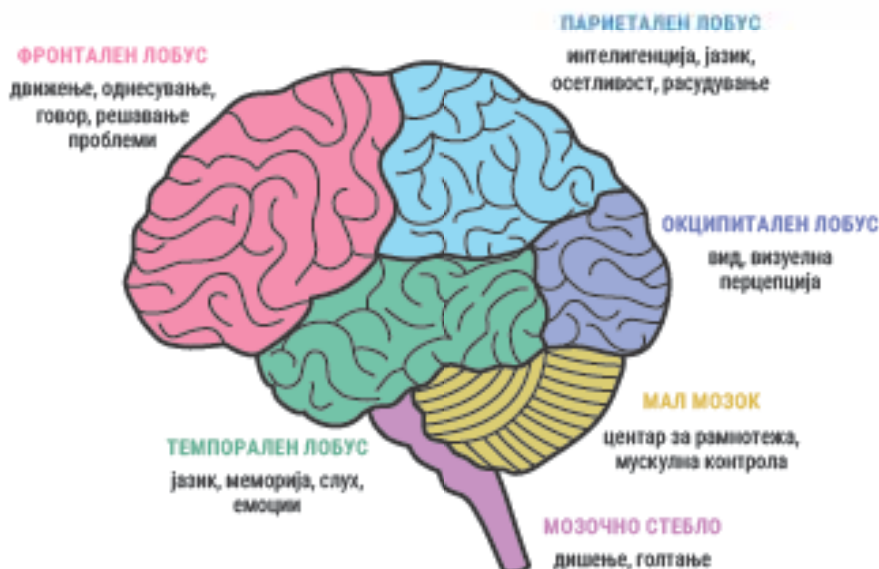
Длабоко во белата маса се наоѓаат базалните ганглии. Тие се групи од сива маса кои учествуваат во контролата и координацијата на движењата и одржувањето на мускулниот тонус. Нивно оштетување може да доведе до нарушувања во движењето како што е Паркинсоновата болест.

Кората на големиот мозок учествува во регулирањето на три основни процеси што се многу важни за човекот, а тоа се: сетилните, моторичките и интелектуалните. Во кората на големиот мозок (во слојот на сивата маса на површината на секоја мозочна хемисфера) драѓаат и се анализираат многу импулси. Со феноменот наречен меморија, во мозокот се складираат голем број информации. Исто така, во кората на големиот мозок има место и за процесите како асоцирање, расудување и раздвојување, како и свесните и доброволни акции.

Черепните мозоци учествуваат и во контролата на координираното однесување.



Способноста за комуникација преку зборување и пишување претставува пример за тоа како различните зони во кората на големиот мозок соработуваат. Моторните центри во челниот лобус ги контролираат движењата потребни за говор и пишување. Бројното поле помага во создавање и организирање на говорот. Паметењето е сложен процес кој се одвива во кората на големиот мозок. Информациите најпрвин се задржуваат кратко време, а потоа можат да преминат во долготрајна меморија. Многу од сеќавањата се поврзани со кората на големиот мозок која овозможува учење и потсетување на минатото.



Функции на делови од черепните мозоци

АУТОНОМЕН НЕРВЕН СИСТЕМ

Сите внатрешни органи како срцето, белите дробови, желудникот, крвните садови итн., имаат нервни завршетоци и нервни влакна кои примаат или праќаат импулси што не се под влијание на нашата волја. Ваквите неврони припаѓаат на посебен нервен систем наречен **автономен нервен систем (АНС)**. АНС се дели на симпатички и парасимпатички дел.

Автономни нервни влакна има и во черепните, а и во некои 'рбетни нерви.

Автономниот нервен систем ја регулира функцијата на жлездите, мазните мускули, шупливите органи, крвните садови и срцевиот мускул, а неговите дејства се автоматски и максимални. **Симпатичкиот дел** (симпатикусот) ја забрзува работата на органите и го поттикнува одговорот „борба или бегство“ како кај стрес, опасност или заштита на потомството. Тој истовремено ја инхибира работата на органите што не се потребни во тој момент како екскреторниот и дигестивниот систем. **Парасимпатичкиот дел** (парасимпатикусот) дејствува спротивно од симпатичкиот. Повеќето органи примаат и симпатичка и парасимпатичка стимулација, а нивните ефекти се спротивни (антагонистички) овозможувајќи прецизна контрола на функциите на телото.

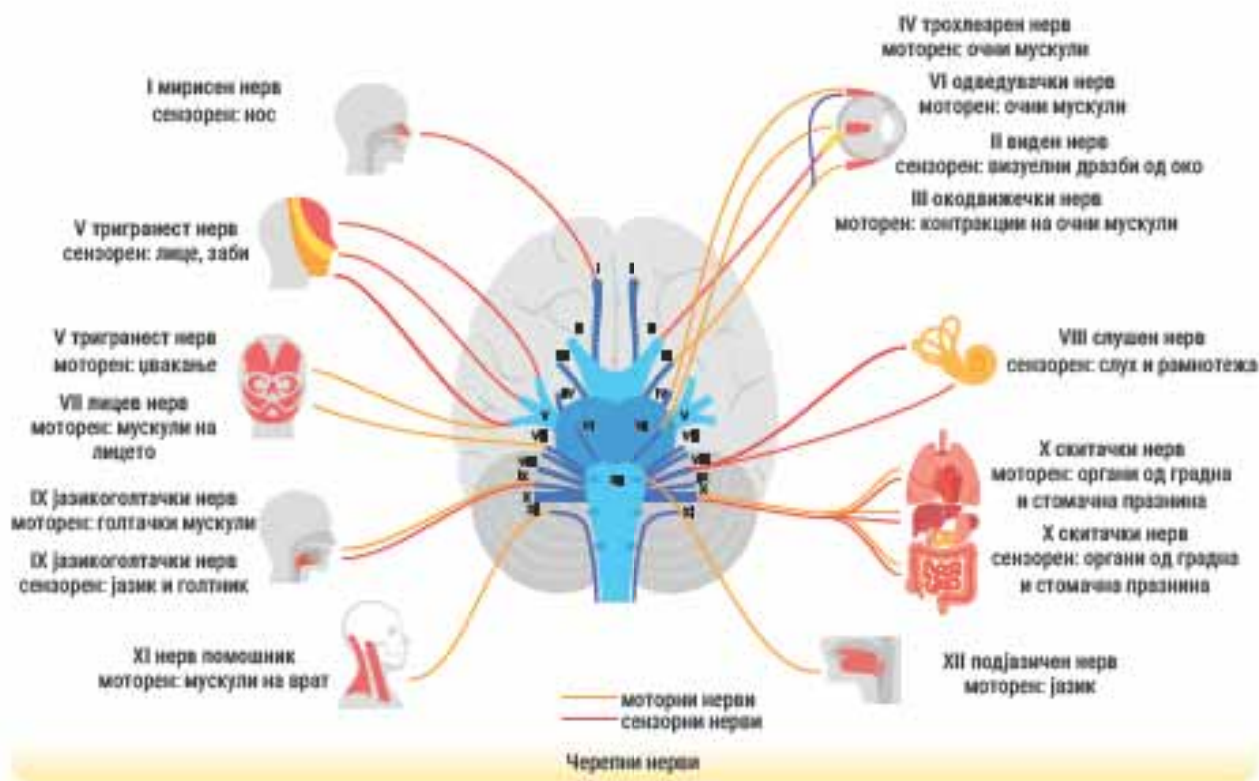
Табела: Ефекти на симпатичкиот и парасимпатичкиот систем на одредени органи

Ефект	Симпатикус	Парасимпатикус
зеници на очите	дилатација	констрикција
дигестивни жлезди	инхибиција	стимулација
срце	го зголемува соодносот на силата и ударите	го намалува соодносот на силата и ударите
bronхи во белите дробови	дилатација	констрикција
мускули во дигестивниот систем	ги намалува контракциите	ги зголемува контракциите
мочен меур	релаксација	констрикција и празнење
пенис	ејакулација	ерекција
крвни садови во скелетните мускули	дилатација	констрикција
респираторен систем	дилатација	констрикција
дигестивни органи	констрикција	дилатација

Постојат 12. пара **черепни (кранијални) нерви**. Според видот на импулсите што ги прифаќаат и пренесуваат, черепните нерви може да припаѓаат на една од четирите функционални категории:

- **Специјални сензорни импулси** – за мирис, вкус, вид и слух.
- **Општи сензорни импулси** – за болка, допир, температура, длабока мускулна чувствителност, притисок и рамнотежа.
- **Соматски моторни импулси** – што се резултат на свесната (волната) контрола на скелетните мускули.
- **Висцерални моторни импулси** – кои ги контролираат жлездите и мускулите без учество на волјата (срцевиот мускул и мазните мускули). Овие моторни патишта се дел на автономниот нервен систем и тоа дел од парасимпатикусот.

Некои од черепните нерви (I, II и VIII) се составени само од **сензорни влакна**, а III, IV, VI, XI и XII имаат или само **моторни** или имаат многу повеќе моторни влакна. Останатите V, VII, IX и X имаат и сензорни и моторни влакна и тие се наречени **мешани нерви**.

**Активност****Мозокот како сообраќаен контролор**

Работете во мали групи за да ја анализирате улогата на централниот нервен систем во ситуација на ненадеен звук од автомобил. Идентификувајте како мозокот ја обработува примената дразба од ушите и ја носи одлуката за заштитна реакција. Објаснете ја функцијата на 'рбетниот мозок како клучен спроводник кој овозможува наредбите брзо да стигнат до мускулите на екстремитетите. Дискусирајте за значењето на брзата и прецизна координација помеѓу овие два дела за избегнување опасности во секојдневното. На крајот, презентирајте ги вашите заклучоци, истакнувајќи го ЦНС како врховен контролор на сите наши движења.

Прашања за повторување

1. Кои се основните делови на нервниот систем и која е нивната основна улога?
2. Како 'рбетниот мозок и нервите овозможуваат пренос на информации?
3. Како нервниот систем ја координира работата на мускулниот, респираторниот и циркулаторниот систем?
4. Што значи терминот „антагонистичко дејство“ во контекст на автономниот нервен систем? Наведи два примера.

Интересна биологија

- Кога сме возбудени, нервите од симпатикусот испраќаат сигнал до срцето за помалку од 0,1 секунда, што го забрзува срцето од околу 70 на 100–120 отчукувања во минута. Ефектот трае само неколку минути додека телото се смирува.
- Нашиот мозок генерира доволно електрична енергија за да напојува една мала LED-светилка. Токму таа „струја“ е она што им овозможува на наредбите да патуваат со неверојатна брзина низ телото!

2.24 Сетилен (сензорен) систем

Потсети се!

- Кои сетила кај човекот ги знаеш?
- Што е дразба? Какви видови дразби може да регистрира човекот?
- Како се примила информацијата за убава музика што потоа се потпевнува?

Сетилниот (сензорниот) систем му овозможува на човекот да ги забележи и разбере промените во надворешната и внатрешната средина. Секоја **дразба** како светлина, звук, допир или мирис, се претвора во **електричен сигнал** што се пренесува до централниот нервен систем. Различните сензорни неврони носат информации до точно определени делови од мозокот каде што се обработуваат и толкуваат. Благодарение на тоа, мозокот прави разлика меѓу светло и темно, тивок и гласен звук, нежен и груб допир и слично. На овој начин осетниот систем му помага на човекот правилно да реагира на околината.

Дразбите што се регистрираат можат да потекнуваат од надворешната, но и од внатрешната средина. Делот што ги открива дразбите се нарекува **рецептор**. Рецептори можат да бидат:

- слободните дендрити на сензорниот неврон како рецепторите за болка (ноцирецептори);
- преобразени завршетоци или краеви-органи како што се тие за допир и температура;
- специјални сетилни клетки што влегуваат во составот на специјални сетилни органи.

Сетилата може да бидат **специјални** – сместени во посебни органи, и **општи** – широко распространети низ организмот.

1. Специјални се осетите за:

- **гледање** – со рецепторите во окото;
- **слушање** – со рецепторите во внатрешното уво;
- **рамнотежа** – со рецепторите во внатрешното уво;
- **вкус** – со рецепторите на јазикот;
- **мирис** – со рецепторите во горната носна празнина.

2. Општи се осетите за:

- **притисок, топло, ладно, болка и допир** – со рецептори во кожата и внатрешните органи,
- **сетила за положба** – со рецептори во мускулите, тетивите и зглобовите.

Сензорните рецептори може да се поделат и врз основа на видот на дразбата на која тие одговараат. **Терморецепторите** се наоѓаат во кожата и откриваат промени на температурата, **фоторецепторите** од мрежницата на окото одговараат на светлина, а **хеморецепторите** како што се тие за вкус и мирис, реагираат на хемиски дразби. **Механорецепторите**, пак, реагираат на механички дразби како стегане, притисок или треперење. Овие рецептори се одговорни, на пример, за свесната положба на телото, како и за контролирање на тонусот на мускулните влакна. Рецепторите за притисок и допир во кожата исто така се механорецептори. Ваков вид рецептори се и рецепторите за слушање и рамнотежа.

ОКО Е ОРГАН ЗА ГЛЕДАЊЕ

Окото е сложен орган со нежна градба, заштитен со неколку дополнителни структури. Така, черепните коски создаваат видови на очните вдлабнатини (празнини) и служат како заштита на повеќе од половината на задниот дел на очното јаболко. Од друга страна, очниот капак и очните трепки служат за заштита на окото од напред, а солзните жлезди ги промиваат и чистат ситните предмети што ќе влезат во окото, а содржат и ензими што го заштитуваат окото од инфекции. Очните капаци

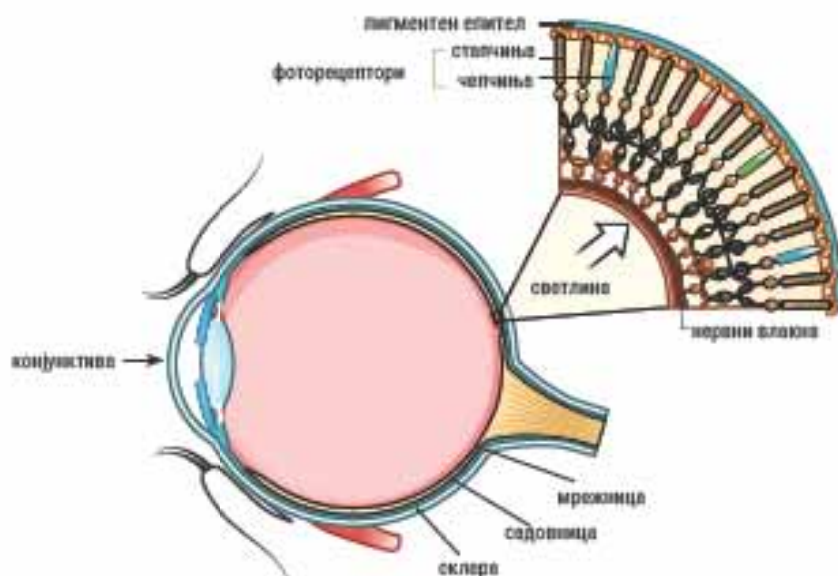
налегнуваат на очното јаболко од напред и служат за разградување на некои патогени бактерии што можат да влезат однадвор. Конјунктивата е тенка обвивка што го обложува очниот капак и предниот дел на белката на окото и го заштитува.

Мускулите на окото се надворешни и внатрешни. Надворешните мускули го прицврстуваат окото за коските во очната јама, а внатрешните, ја регулираат количината на светлина што влегува во окото и обликот на леката.

Очното јаболко има три обвивки: надворешна – склера (белка на окото), средна – садовница богата со крвни садови и темен пигмент, и внатрешна – мрежница. Во мрежницата се наоѓаат **фоторецепторите** – стапчиња и чепчиња кои ја примаат светлината и создаваат нервни сигнали за гледање. Стапчињата се многубројни, многу чувствителни на светлина и овозможуваат гледање во слабо осветлени простории и црно-бело, а нивната функција зависи од витаминот А. Чепчињата се помалку на број, овозможуваат јасен вид и гледање во боја. Постојат три типа чепчиња чувствителни на сина, зелена и црвена светлина. Недостаток на витамин А може да предизвика слабо гледање во темнина, појава позната како ноќно слепило, а при влегување во затемнета просторија потребно е време за адаптација на окото.

Светлината влегува во окото и поминува низ неколку прозирни делови, при што се прекршува. Такви делови се рожницата, очната водичка, леката и стаклестото тело. Леката е еластична и ја менува својата форма за јасно гледање на различни растојанија, процес наречен акомодација.

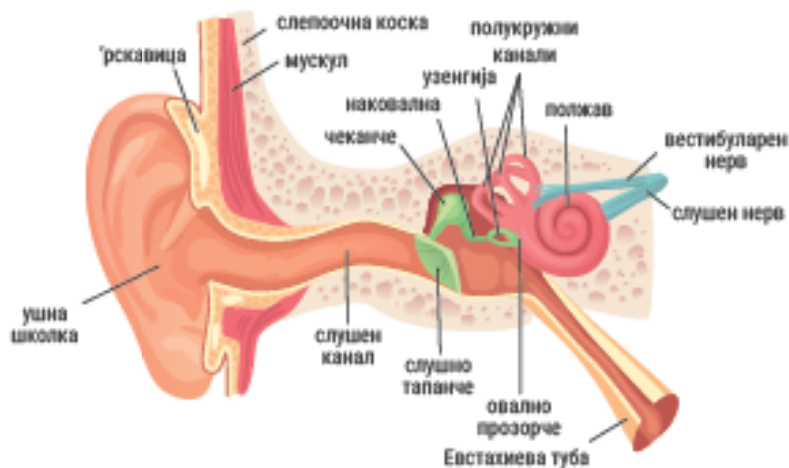
Нервните импулси од фоторецепторите, преку очниот нерв се носат во центарот за вид сместен во тилниот лобус на кората на големиот мозок каде што се обработуваат.



Шематски приказ на градба на окото со фоторецепторите

УВО – ОРГАН ЗА СЛУХ И РАМНОТЕЖА

Увото е сетилен орган за слушање и за одржување рамнотежа. Тоа може да се подели на три основни делови – надворешно, средно и внатрешно уво. Надворешното уво се состои од ушна школка и надворешен слушен канал чија улога е да ги собира и насочува звучните бранови кон слушното тапанче. Слушното тапанче претставува преграда меѓу надворешниот слушен канал и празнината на средното уво. Средното уво е исполнето со воздух и содржи три

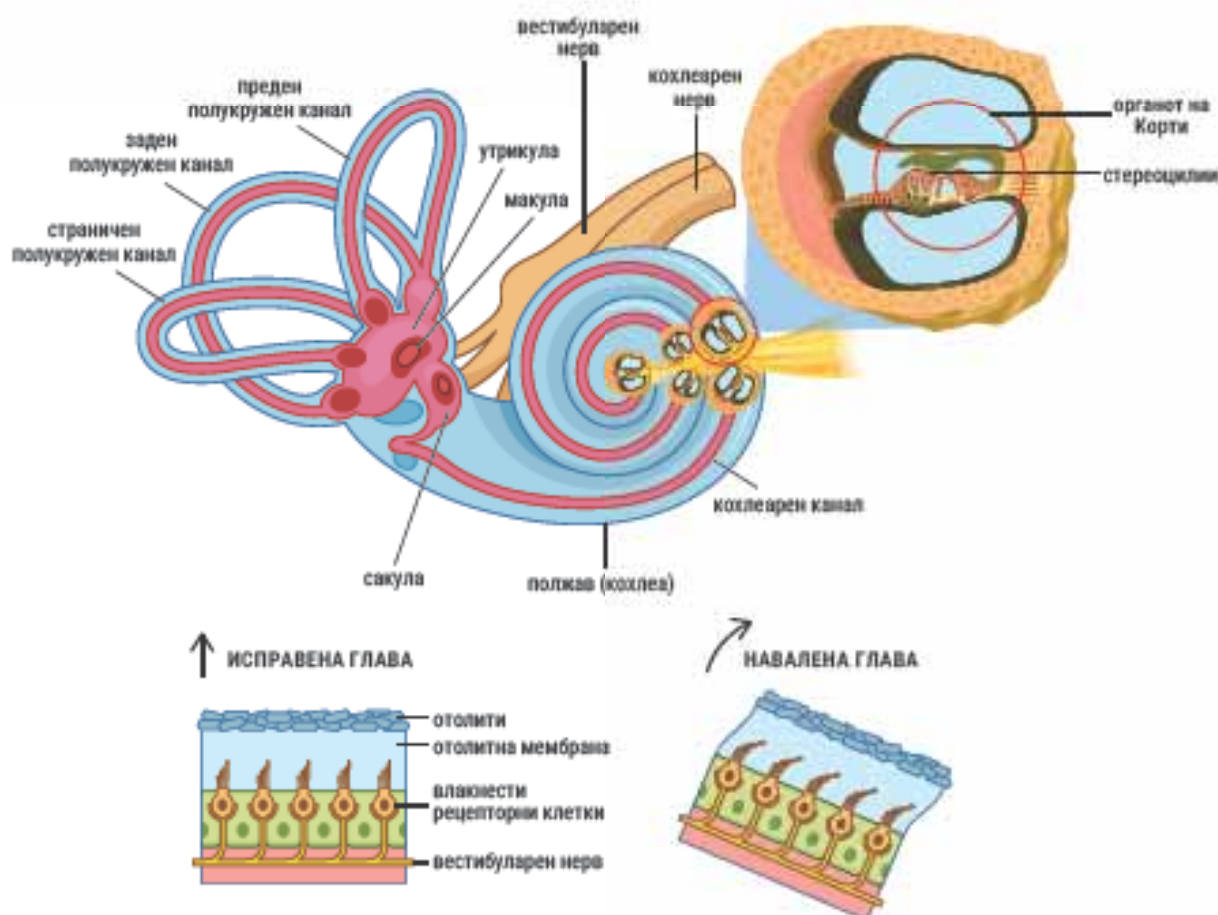


Шематски приказ на градба и составни делови на уво

ситни коски – чеканче, наковална и узенгија, кои ги засилуваат звучните бранови. Преку Евстахиевата туба, средното уво е поврзано со голтникот. Узенгијата е поврзана со овалното прозорче преку кое звукот преминува во внатрешното уво. Внатрешното уво е најсложениот дел и се состои од предворје, полжав и три полукружни канали. Во нив се наоѓаат течности (перилимфа и ендолимфа) кои ги надразнуваат рецепторните клетки и овозможуваат слушање и одржување рамнотежа.

Органот на Корти е органот за слух и се наоѓа во каналот на полжавот во внатрешното уво. Тој содржи сетилни влакнести клетки кои на горната страна имаат влакненца наречени **стереоцилии**. Сетилните клетки се поврзани со слушниот (кохлеарен) дел од VIII черепен нерв. Звучните бранови преку надворешниот слушен канал предизвикуваат треперење на слушното тапанче кое преку слушните ковчиња се пренесува до течностите во внатрешното уво. Движењето на ендолимфата ги надразнува влакнените клетки кои создаваат нервни импулси што се пренесуваат до **темпоралниот лобус** во мозокот, каде што звукот се доживува.

Во внатрешното уво се наоѓаат и рецепторите за рамнотежа, сместени во **утрикулата**, **сакулата** и **полукружните канали**. Во утрикулата и сакулата има влакнести **рецепторни клетки** вградени во **отолитна мембрана**, а има и ситни кристали наречени **отолити**. Утрикулата е чувствителна на хоризонтални движења, а сакулата на вертикални, при што поместувањето на отолитната мембрана доведува до создавање нервен импулс. Полукружните канали овозможуваат откривање на ротациони движења на главата. Сите овие структури заедно го сочинуваат **вестибуларниот апарат** кој му овозможува на мозокот да добие информации за положбата на телото и да ја одржува рамнотежата.

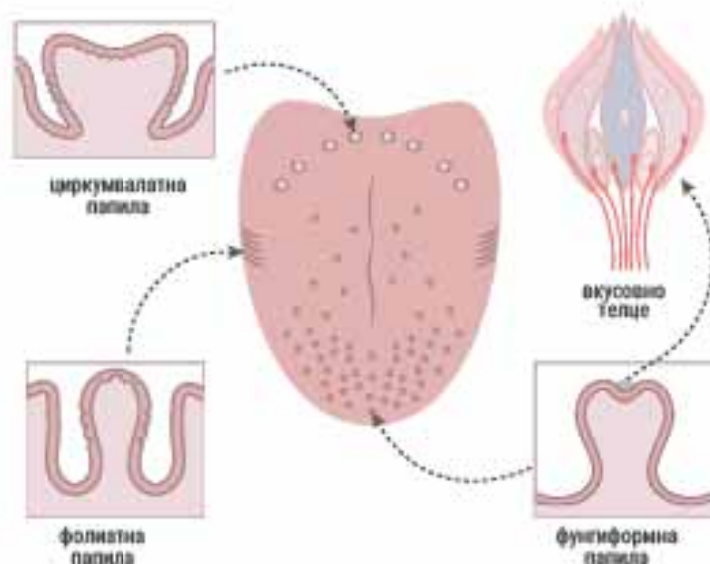


Шематски приказ на градба на внатрешно уво и рецепторите за рамнотежа и за слух

ДРУГИ ПОСЕБНИ СЕТИЛНИ ОРГАНИ

Сетилото за вкус се остварува преку рецепторите за вкус што главно се сместени на јазикот. **Рецепторите за вкус** се групирани во вкусовни телца кои се наоѓаат во рамките на вкусовните папили на површината на јазикот.

Кај човекот се разликуваат пет основни вкусови: слатко, кисело, солено, горчливо и умами. Порано се сметаше дека секој вкус се прима во посебен дел од јазикот, што беше прикажувано со таканаречена „вкус-ова карта“. Денес е познато дека сите вкусови можат да се детектираат низ целата површина на јазикот, иако некои региони можат да бидат посензитивни на одредени вкусови.

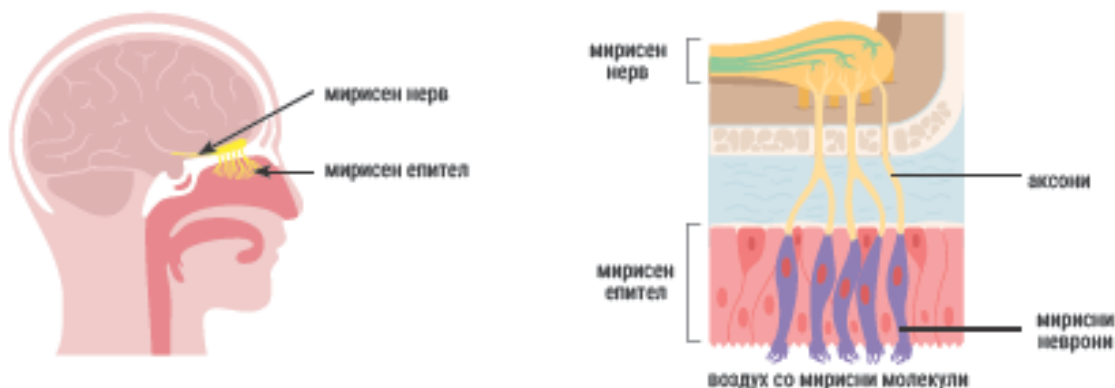


Вкусови папили на јазикот и вкусовно телце

Нервните импулси за вкус се пренесуваат до мозокот преку повеќе черепни нерви. Обработката на информациите за вкус се одвива во центарот за вкус во мозочната кора што се наоѓа во близина на париеталниот и фронталниот лобус. Овој центар е поврзан со други сензорни зони во кората, како и со центри во продолжениот мозок кои учествуваат во рефлексното лачење на слюнка.

Рецепторите за мирис се сместени во мирисниот (олфакторниот) епител што се наоѓа во горниот дел на носната празнина. Мирисните дразби најчесто се во гасовита состојба, па за да создадат дразба треба да се растворот во слузта на носот. Нервните импулси од рецепторите за мирис се пренесуваат преку мирисниот (олфакторен) нерв директно до мирисниот центар во мозокот, без претходно поминување низ таламусот. Осетот за мирис е тесно поврзан со осетот за вкус. Мирисот на храната има важна улога во поттикнувањето на апетитот и во рефлексното лачење на дигестивни сокови, со што го подготвува дигестивниот систем за варење.

Рецепторите за вкус и мирис се хеморецептори бидејќи реагираат на хемиски супстанции – оние за мирис се вистински неврони, додека рецепторите за вкус се клетки со епително потекло што преку синапси ги пренесуваат сигналите до сетилните нерви.



Сетилно за мирис со мирисен епител и рецепторната клетка за мирис

ОПШТИ ОСЕТИ

За разлика од специјалните сензорни рецептори што се сместени на релативно мала зона, општите сензорни рецептори се распоредени низ целиот организам. Овде се вклучени рецепторите за притисок, топло, ладно, болка, допир, простор и рамнотежа.

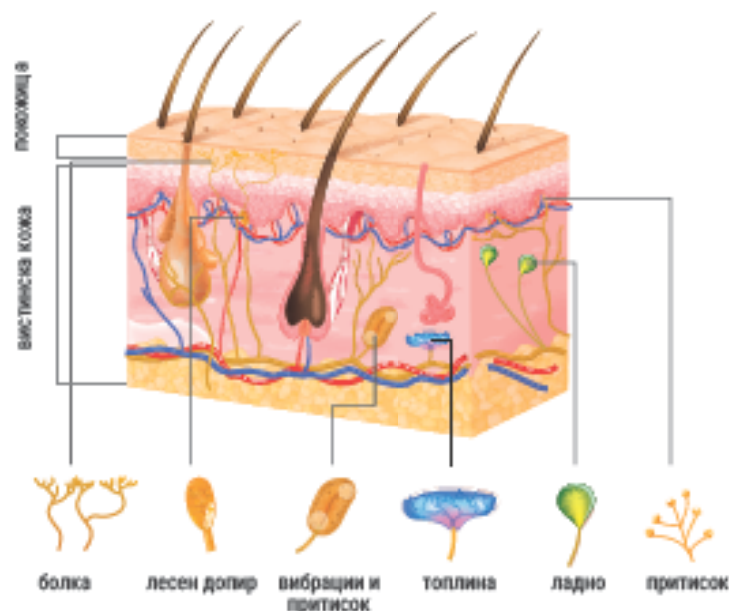
Осет за притисок е осет на кожната сензибилност. Нивните сетилни краеви-органи се сместени во длабоките поткожни ткива.

Осет за температура започнува од посебни рецептори за топло и за ладно. Топлите предмети ги надрознуваат само рецепторите за топло, а ладните предмети ги надрознуваат само рецепторите за ладно. Рецепторите за топло, ладно и притисок многу брзо се адаптираат.

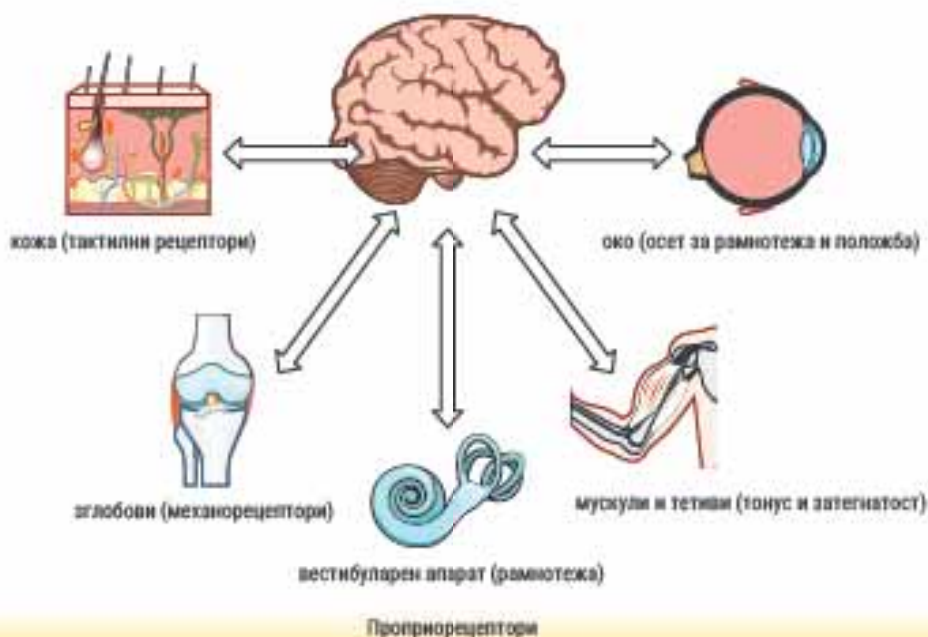
Рецепторите за допир се ситни, тркалезни телца наречени тактилни корпускули. Тие се наоѓаат најмногу во дермисот, а во поголем број се групирани на врвовите на прстите на рацете и нозете, на усните и на врвот на јазикот, поради што овие делови се многу осетливи на допир. Други зони, како опачината на раката и задната страна на вратот имаат помалку рецептори и се помалку осетливи на допир.

Болката е многу важен заштитен осет. Таа претставува аларм за нарушена хомеостаза во организмот. **Рецепторите за болка** се многу широко распространети. Тие се наоѓаат во кожата, мускулите, зглобовите, а многу помалку во повеќето од внатрешните органи (вклучувајќи ги и крвните садови). Рецепторите за болка се разгранети нервни влакна наречени *слободни нервни завршоци*. Адаптацијата на болка е бавна.

Преку рецепторите сместени во мускулите, тетивите и зглобовите се добива осет за одредување на положбата и промените на местото на делови од телото во однос на други. Овие широко разгранети краеви-органи се наречени **проприорецептори**. Информацијата примена од овие рецептори е неопходна за координација на мускулите и е важна за активностите како што се одењето, трчањето и некои сложени движења, како, на пример, свирење на музички инструменти. Нервните влакна ги носат импулсите од овие рецептори во рбетниот мозок и нагоре во черепниот мозок до деловите што учествуваат во регулирањето на моториката. Малиот мозок е главен координативен центар за овие импулси.



Рецептори за длабок притисок, топло, ладно, болка, допир во кожата

**Активност****Патот на дразбата**

Поделете се во мали групи. Секоја група ќе добие задача да опише што се случува кога човек ќе допре жежок предмет, ќе види одредена слика или ќе слушне некоја музика. Вие треба да го опишете патот на дразбата од рецепторот, преку сензорниот нерв, рбетниот мозок или мозокот, па сè до моторниот одговор. Во описот треба да ги вклучите поимите рецептор, неврон, синапса, нерв, рефлекс или свесна реакција. На крај, накратко презентирајте го вашето сценарио.

Прашања за повторување

1. Опиши го рефлексниот лак што започнува од терморецепторите.
2. Што е вестибуларен апарат?
3. Која е улогата на средното уво во процесот на слушање?
4. Каква улога имаат рецепторите во окото, увото и кожата при примање информации од околината?
5. Како кожните рецептори, слушните рецептори и фоторецепторите испраќаат информации до централниот нервен систем?

Интересна биологија

- Зошто гледаме во боја? Апсорптивниот максимум на цис-ретинолот во родопсинот од стапчињата е 500 nm. За разлика од тоа, „сините чепчиња“ имаат максимална апсорпција на 420nm; „зелените чепчиња“ на 530 nm; и „црвените чепчиња“ на 560 nm. Мозокот ги перципира сите бои што може човекот да ги види со комбинираната активност на овие системи од три чепчиња.

2.25 Одржување на здравјето на нервниот и сетилниот систем

Потсети се!

- Како е изградена синапсата?
- Каква улога имаат невротрансмитерите?
- Кои се наркотични, а кои допинг средства?

Нервниот и сетилниот систем овозможуваат да ги примаме информациите од околината, да размислуваме, да учиме, да се движиме, да реагираме и да преживееме во различни ситуации. Благодарение на нив, ние комуницираме, се адаптираме на промените, чувствуваме задоволство, болка, звук, вид и мирис, а и донесуваме одлуки.

Ако нервниот систем се наруши, може да дојде до забавено размислување, проблеми со меморијата, нестабилност, тешкотии со движењето и нарушена координација. Сигналите што ги испраќаат очите, ушите, кожата и носот до мозокот му помагаат на организмот да се ориентира во просторот, да избегнува опасности и да реагира навреме. Оштетувањата на сетилниот систем водат до намалена способност за гледање, слушање, чувствување на допир или температура, што може сериозно да влијае врз безбедноста и секојдневните активности. Затоа, грижата за нервниот и сетилниот систем е од огромно значење, особено во периодот на адолесценцијата, кога мозокот и нервите сè уште се развиваат и созреваат.

НАВИКИ И ФАКТОРИ КОИ МОЖАТ СЕРИОЗНО ДА ГИ ОШТЕТАТ НЕРВНИОТ И СЕТИЛНИОТ СИСТЕМ

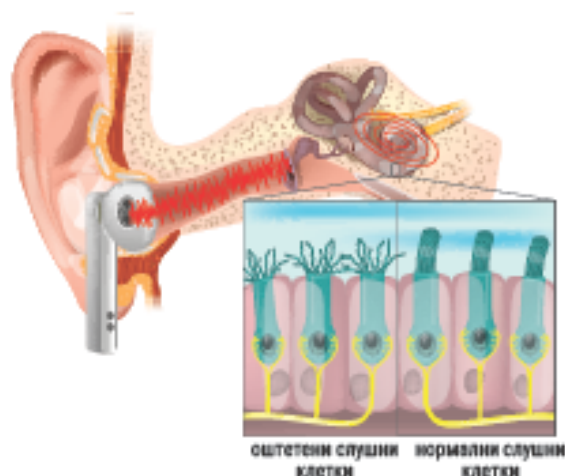
Рецепторите за слух во внатрешното уво не се обновуваат. Гласната музика (особено на слушалки) доведува до трајно губење на слухот и појава на шум во ушите.

Преголем внес на шеќер, масни пржени јадења и недостиг од витамини го забавува мислењето и го оштетува нервното ткиво. Дехидрацијата, исто така, брзо го нарушува вниманието и расположението.

Хроничен недостиг на сон може да доведе до нарушена концентрација, промени во расположението, послаба работа на сетилата, послаба брзина на реакција, главоболки.

Долготрајниот стрес го зголемува хормонот кортизол кој може да го оштети мозочниот центар за учење и меморија.

Дрогите го менуваат начинот на кој невроните испраќаат, примаат и обработуваат сигнали. Тоа може да доведе до трајни промени во мозочната комуникација, нарушена меморија,

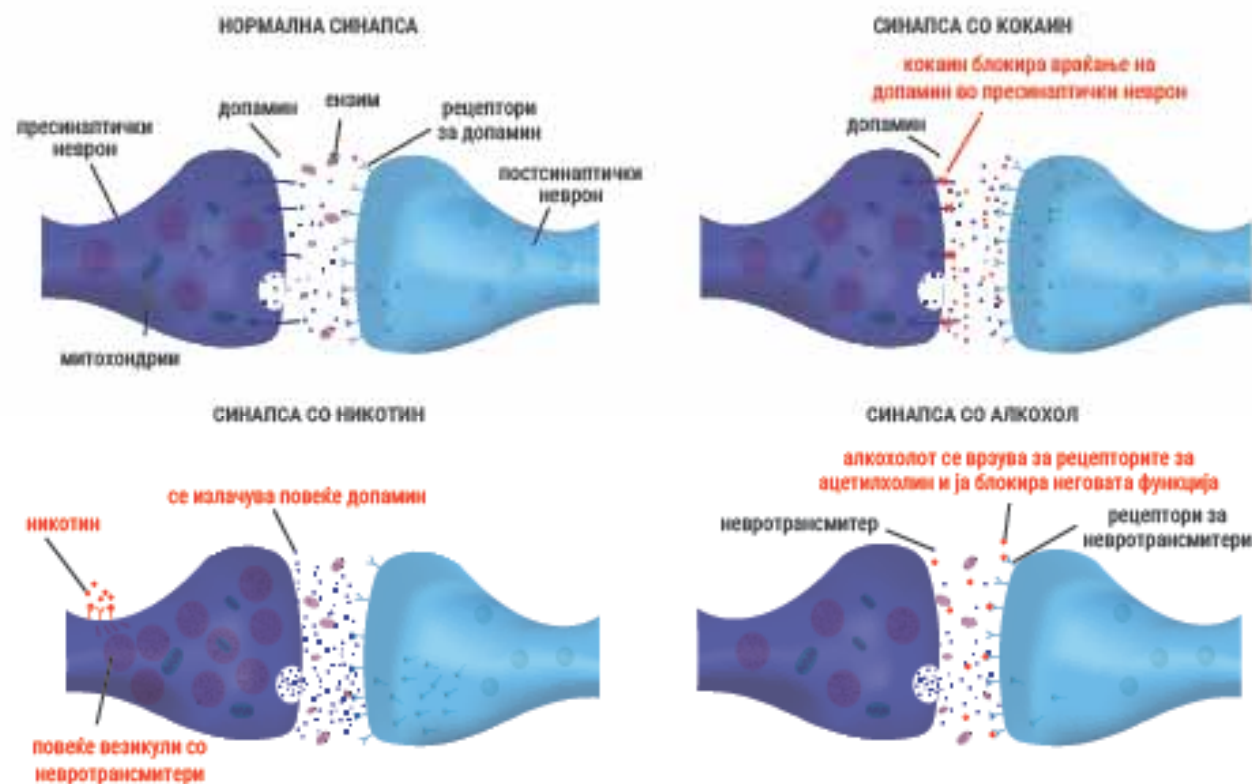


Гласната музика води кон уништување на рецепторите за слух

слаба концентрација, зависност како и психички проблеми. Многу психоактивни супстанции директно ги уништуваат синапсите и нервните клетки.

Алкохолот го забавува преносот на нервните импулси и ја намалува координацијата. Долготрајната употреба на алкохол предизвикува оштетување на мозочно ткиво, проблеми со рамнотежа, губење на чувствителност, слабеење на меморијата, оштетување на видот и слухот и др. Притоа, кај младите мозокот е почувствителен, па последиците се уште поголеми.

Никотинот ги стеснува крвните садови и го намалува протокот на крв до мозокот. Тоа може да предизвика послаб доток на кислород, забавени нервни реакции, оштетени рецептори за мирис и вкус, поголем ризик од мозочен удар во иднина.



Приказ на нормална синапса и синапса при дејството на кокаин, никотин и алкохол

ЗДРАВИ НАВИКИ КОИ ГО ОДРЖУВААТ НЕРВНИОТ И СЕТИЛНИОТ СИСТЕМ

Во текот на спиењето, мозокот ги обновува своите клетки, ги организира информациите и го одржува здравото функционирање на нервните врски. На адолесцентите им се потребни 8 до 10 часа сон дневно. Недостатокот на сон води до намалена концентрација, бавно размислување и раздражливост.

Умереното движење го подобрува дотокот на кислород и хранливи материи до мозокот. Активностите како трчање, пливање, играње спортови или дури брзо пешачење го подобруваат расположението, вниманието и меморијата, а истовремено ја зајакнуваат координацијата меѓу нервниот и мускулниот систем.

Мозокот функционира најдобро кога добива омега-3 масни киселини (риба, јаткасти плодови), витамини од групата В (житарки, месо, зелен лиснат зеленчук), антиоксиданси (овошје, зеленчук) и доволно вода. Овие хранливи материи и водата ја подобруваат работата на невроните и преносот на импулсите.

Предолгото гледање во екрани го оптоварува видот, предизвикува замор, главоболки и нарушена концентрација. Препорачливо е пауза на секои 20–30 минути, ограничување на екраните пред спиење, правилна осветленост во просторијата и др.

Носење кацига при возење велосипед или тротинет го штити мозокот и 'рбетниот мозок. Носење заштита за очи при работа со остри или хемиски материјали го намалува ризикот од повреда. Избегнување гласна музика ги штити слушните клетки во увото од трајни оштетувања.

Умерениот стрес може да помогне, но долготрајниот стрес штети на нервните клетки. Техники како длабоко дишење, прошетки, спорт и хоби-активности го смируваат нервниот систем.

Активност

Чувари на командниот центар

Поделете се во групи од 3–4 ученици. Секоја група ќе добие задача да размисли за влијанието на секојдневните навики врз функционирањето на нервниот и сетилниот систем. Секоја група нека избере по две здрави и две нездрави навики (на пример: доволен сон, физичка активност, прекумерно користење мобилен телефон, алкохол, силна бучава) и треба да објасни: како тие навики влијаат врз работата на нервниот систем (внимание, реакции, координација), како влијаат врз сетилата (вид, слух, рамнотежа, вкус) и сл. Секоја група треба да предложи конкретни стратегии за подобрување на здравјето на нервниот систем. На крај секоја група нека презентира што заклучила.

Прашања за повторување

1. Зошто доволниот сон и редовната физичка активност се важни за правилното функционирање на нервниот систем?
2. Како употребата на дроги, алкохол и никотин може негативно да влијае врз невроните и преносот на нервните импулси?
3. Опиши како исхраната влијае на сетилниот систем.
4. На кој начин бучавата може да го оштети слухот?

Интересна биологија

- Човечката кожа може да препознае нерамнини помали од 0,005 mm преку рецепторите за допир. Всушност, во индустријата за луксузни автомобили сè уште се користат рацете на искусни лица за да проценат колку добро е полирано возилото, бидејќи прстите се поефикасни од најсофистицираните инструменти за детекција на микроскопски неправилности.
- Хероинот го напаѓа мозокот и ги оштетува нервните клетки, па човекот постепено станува зависен за да преживее. Со тек на време, мозокот и телото се „програмираат“ од дрогата, а мислите, меморијата и емоциите се сериозно нарушени. Зависникот се однесува како телото да е тука, но мозокот е заробен од дрогата.

2.26 Ендокрин систем

Потсети се!

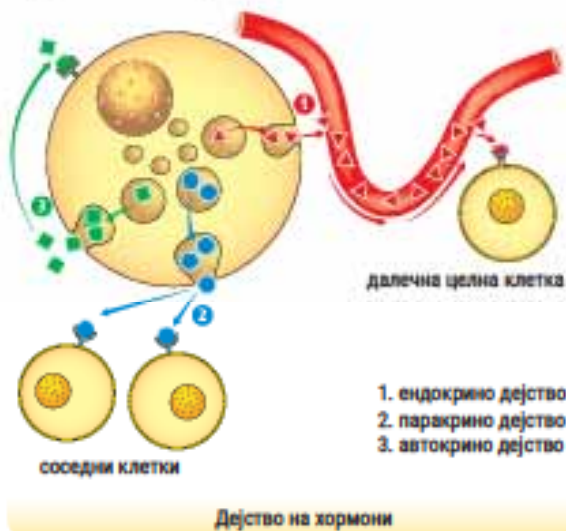
- Што е хомеостаза, а што повратна врска и каква може да биде таа?
- Што е невротрансмитер, каде се создава и како дејствува?

Човечкото тело постојано ја одржува својата стабилна, повољна состојба благодарение на сложени регулаторни механизми. Во таа „скриена контрола“ најважна улога имаат нервниот и ендокриниот систем кои испраќаат сигнали до клетките преку специјални молекули.

Ендокриниот систем се состои од осамени клетки, група клетки (островца) или органи што произведуваат регулаторни хемиски материји наречени **хормони**. Хормонот, може да дејствува и на самата клетка што го создала (**автокрино**), блиску до местото на создавање (**паракрино**) или да се излучува во крвта, а потоа да дејствува на многу големо растојание од местото каде што се ослободува (**ендокрино**). Ендокрините жлезди за разлика од екзокрините жлезди, своите производи – хормони, ги излучуваат директно во крвта или во лимфата.

Ендокриниот систем заедно со нервниот и крвоносниот систем овозможуваат различните делови на телото да бидат поврзани во една целина. Со помош на овие системи се поврзуваат и регулираат многубројните функции на разни ткива, органи и други системи во организмот. Ваквата регулација е наречена **невро-хуморална регулација**. Притоа, нервниот систем главно ги контролира брзите реакции и активности, како што е, на пример, грчењето на мускулите (мускулна контракција) и активноста на цревата. За разлика од нервниот, дејствата на ендокриниот систем се многу побавни и се одвиваат во текот на подолг период преку хемиски стимулатори.

Иако се разликуваат по начинот на дејствување, нервниот и ендокриниот систем меѓусебно се тесно поврзани и заеднички учествуваат во регулацијата на функциите на организмот. Важен пример за оваа поврзаност е **хипофизата** – ендокрина жлезда која ја регулира активноста на голем број други жлезди, а чија работа е под контрола на хипоталамусот, дел од нервниот систем. Дополнителен доказ за поврзаноста меѓу двата регулаторни системи е фактот што некои биолошки активни супстанции можат да имаат двојна улога – и како хормони и како невротрансмитери. Таков пример е **норадреналинот** кој се лачи во крвта како хормон од кората на надбубрежните жлезди, но истовремено се ослободува и како невротрансмитер од нервните завршетоци. Со своето дејство, норадреналинот ја координира работата на срцето, црниот дроб и крвните садови, особено во услови на стрес, овозможувајќи брза и ефикасна адаптација на организмот. Покрај тоа, одредени неврони можат да секретираат хормони, познати како **неврохормони** кои се ослободуваат во крвта и дејствуваат ендокрино. Пример за таков хормон е **антидиуретичниот хормон** што се синтетизира во невроните на хипоталамусот и преку крвта влијае врз работата на бубрезите.



Овие примери јасно покажуваат дека нервниот и ендокриниот систем не дејствуваат одделно, туку функционираат како интегриран регулаторен механизам што ја одржува хомеостазата на организмот.

ХОРМОНИ

Хормоните се хемиски супстанции што се создаваат во ендокрините жлезди и се излучуваат директно во крвта. Преку крвотокот тие се пренесуваат до различни делови на организмот и дејствуваат како хемиски пораки што ја регулираат работата на одредени клетки и органи. Зборот хормон потекнува од грчки јазик и значи „поттикнувам“, но денес се знае дека не сите хормони ја зголемуваат активноста – некои можат и да ја намалат.

Хормоните имаат важна улога во регулирањето на растењето, метаболизмот, размножувањето и однесувањето. Според местото на дејствување, тие можат да бидат со општо или со специфично дејство. *Хормоните со општо дејство*, како што се хормонот за растење, тироидните хормони и инсулинот, влијаат врз повеќе ткива и органи. *Хормоните со специфично дејство* дејствуваат само врз одредени органи, на пример тиреостимулирачкиот хормон (TSH) кој дејствува на тироидната жлезда.

Клетките или ткивата врз кои дејствува одреден хормон се нарекуваат целни клетки. Тие имаат специфични рецептори на својата мембрана или во клетката кои можат да го „препознаат“ само соодветниот хормон. Кога хормонот ќе се врзе за рецепторот се предизвикува одговор во клетката како зголемување на активноста, промена во метаболизмот или создавање на одредени протеини.



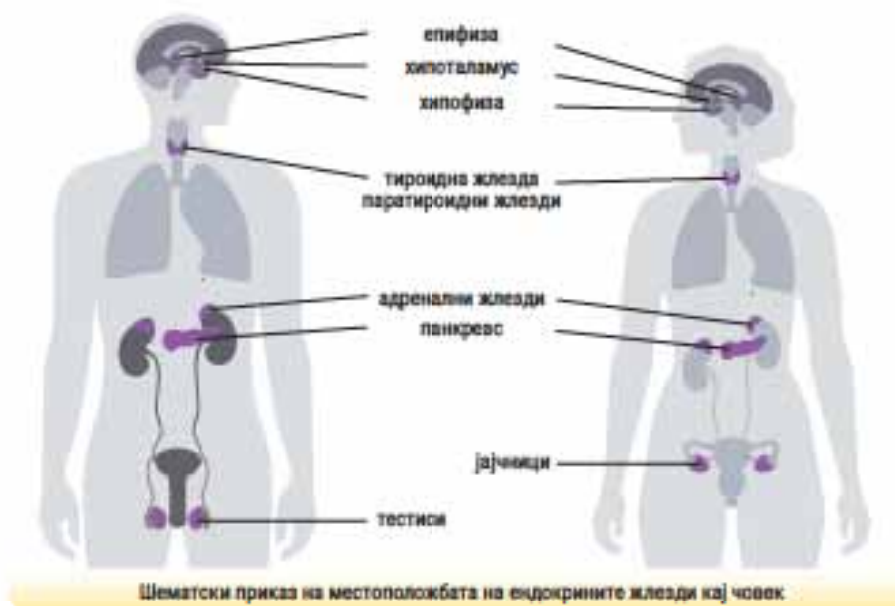
Хормоните дејствуваат и во многу мали количества, но имаат големо значење за правилното функционирање на организмот. Дел од нив по своето дејство се разградуваат, а дел остануваат подолго во крвотокот.

Нивото (концентрацијата) на хормоните што се излучуваат во нормални услови се одржува во одредени граници. Тоа се постигнува со механизмот на негативна повратна врска (негативен feedback-механизам). Секрецијата на некои хормони може да биде ритмичка. Тоа значи да има одреден максимум и одреден минимум во текот на 24 часа. Таков е примерот со хормоните на кората на надбубрежните жлезди. Тие максимално се излучуваат наутро, по будењето, а минимално во текот на ноќта (пред спиење). Хормонот за растење се лачи ритмично, при што најинтензивно е во текот на ноќта, особено за време на длабокиот сон, а значително се намалува во текот на денот. Друг пример, но за месечен ритам, се хормоните што учествуваат во регулирањето на менструалниот циклус кај жените.

ЕНДОКРИНИ ЖЛЕЗДИ

Најзначајни ендокрини жлезди се: хипофиза, тироидна жлезда, паратиroidна, надбубрежна жлезда и др. Други органи, покрај ендокрина имаат егзокрина функција како панкреасот каде што покрај

хормони, во еден негов дел се создаваат и сокови кои се излачуваат во дигестивниот тракт и учествуваат во процесите на дигестија. Голем е бројот на органи што покрај основната функција, создаваат и хормони. Такви се: хипоталамусот, тимусот, срцето, бубрезите, желудникот, тенкото црево, црниот дроб, кожата, половите жлезди, па дури и масното и коскено ткиво.



Шематски приказ на местоположбата на ендокрините жлезди кај човек

ХИПОФИЗА

Хипофизата е релативно мала, но многу значајна жлезда. Има големина на цреша и е со маса од околу 0,5 грама. Сместена е во коскена вдлабнатина што личи на седло во основата на черепот. Со хипофизната дршка се поврзува со хипоталамусот, дел од меѓумозокот. Речиси сите секрети кои се лачат од хипофизата се контролирани од хипоталамусот.

Хипофизата е сложена ендокрина жлезда составена од три различни дела, како според функција, така и според градбата:

- преден дел (аденохипофиза);
- заден дел (неврохипофиза);
- среден дел.

Средниот дел на хипофизата кај луѓето е многу мал и речиси незначаен. Меѓутоа, кај некои животни е многу поголем и има важна функција. Овде се создава **меланотропниот хормон (MSH)** што го регулира создавањето на меланинот во кожата. Меланинот е одговорен за бојата на кожата.

Неврохипофизата претставува продолжен дел на хипоталамусот. Таа е нервно ткиво, од каде и го добила името. Нервните влакна и нервни завршетоци што ја градат неврохипофизата потекнуваат од хипоталамусот. Хормоните на неврохипофизата се синтетизираат во хипоталамусот, а се излачуваат по нервните завршетоци на аксоните во неврохипофизата. Произлегува дека таа, всушност, претставува еден вид резервоар за овие хормони. Излачувањето на хормоните од неврохипофизата е под влијание на нервни импулси што доаѓаат од хипоталамусот.

Од неврохипофизата се излачуваат два хормона: антидиуретичен хормон (ADH), познат и како вазопресин и окситоцин.

- **Антидиуретичниот хормон** влијае врз намалувањето на диурезата (намалено исфрлање урина). Кога ќе се поврзе за рецепторите на клетките во секундарните бубрежни каналчиња, доаѓа до засилена реапсорпција на водата од примарната урина во крвта. Недостигот на овој хормон предизвикува појава на болест позната како нешеќерен дијабетес (дијабетес инсипидус).

Во нормални услови, зголеменото количество вода во организмот предизвикува намалување, а намаленото количество – зголемување на лачењето на овој хормон. Во поголеми количества, овој хормон има и вазопресорно дејство врз периферните крвни садови како резултат на што доаѓа до зголемување на крвниот притисок. Токму поради ова дејство тој е познат и како **вазопресин**.

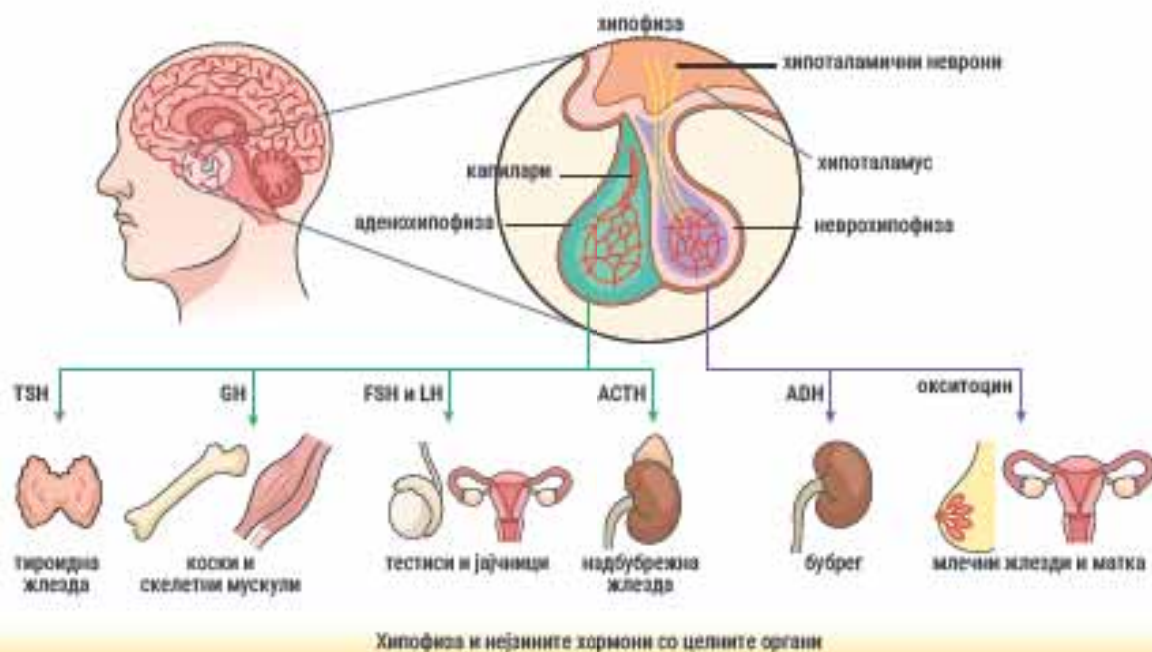
- **Окситоцинот** предизвикува контракција на матката со што го олеснува патувањето на сперматозоидите кон јајце-клетката. Во текот на породувањето предизвикува контракција на мускулите на матката со што го олеснува породувањето. Окситоцинот дејствува на каналчињата на млечните жлезди за време на доењето, со што помага во истиснувањето на млекото во устата на новороденчето.

Хормоните од **аденохипофизата** се наречени **тропни** или **стимулирачки хормони**. Сите се протеини и имаат стимулирачко дејство врз функцијата на другите ендокрини жлезди во организмот. На тој начин директно или индиректно учествуваат во контролата на многу функции во организмот. Токму затоа аденохипофизата се смета за главна жлезда, односно еден вид „диригент“ во ендокриниот систем. Во аденохипофизата се синтетизираат и од неа се излучуваат следниве стимулирачки хормони:

- **Соматотропен хормон (STH)** или **хормон за растење (GH)** дејствува директно на повеќето од телесните ткива во кои ја стимулира синтезата на протеините што се неопходни за растењето.
- **Тиреостимулирачкиот хормон (TSH)** или **тиреотропинот** ја регулира функцијата на тироидната жлезда и влијае стимулирачки врз синтезата и секрецијата на тироидните хормони.
- **Адренотропниот хормон (ACTH)** ја регулира функцијата на кората на надбубрежните жлезди, односно синтезата и секрецијата на хормоните наречени **кортикостероиди**.
- **Пролактинот (PRL)**, познат и како **лактотропен хормон (LTH)** ги стимулира млечните жлезди за синтеза и лачење млеко кај жените.
- **Гонадотропните хормони** влијаат врз гонадите (половите жлезди). Тие го регулираат растењето, развојот и функцијата на репродуктивните системи и кај машките и кај женските индивидуи. Постојат два гонадотропни хормона:
 - **Фоликуло-стимулирачки хормон (FSH)** кој го стимулира развојот на јајце-клетките во јајчниците и на сперматозоидите во тестисите, познат е и како **гонадостимулин А**;
 - **Лутенизирачки хормон (LH)** кој предизвикува овулација кај жените и секреција на половите хормони и кај мажите и кај жените, познат е и како **гонадостимулин Б**.

Секрецијата на хормоните од аденохипофизата речиси целосно е контролирана од хипоталамусот со негативна повратна врска. Во хипоталамусот се синтетизираат и лачат специјални хормони наречени **рилизинг** или **ослободувачки хормони**. Имено, за секој стимулирачки хормон од аденохипофизата постои посебен рилизинг-хормон од хипоталамусот, што го поттикнува неговото создавање. Хипоталамусот, исто така, создава и хормони кои го инхибираат ослободувањето на одредени хормони од аденохипофизата. Откриени се три вакви хормони: **соматостатин** (инхибирачки хормон за хормон за раст – ја инхибира секрецијата на хормонот за растење), потоа **пролактин-инхибирачки фактор** што ја инхибира секрецијата на пролактин (за овој хормон подоцна е констатирано дека е невротрансмитерот допамин) и **MSH-инхибирачки хормон**, што ја инхибира секрецијата на MSH.

До хипоталамусот доаѓаат „информации“ речиси од целиот нервен систем, а во зависност од тоа, тие создаваат свои хормони. Стимулирачките и инхибирачките хормони создадени во хипоталамусот, преку посебен циркулаторен систем наречен **хипофизарен портален систем** се пренесуваат до аденохипофизата. Притоа, ендокрините клетки можат да бидат стимулирани да создаваат соодветни хормони.

**Активност****Истражување на хормоните на хипофизата**

Поделете се во групи од по неколку ученици. Секоја група нека одбере еден од хормоните што ги лачи хипофизата. Истражете за неговото создавање, регулација и што се случува кога телото лачи премногу или премалку од хормонот. Презентирајте пред соучениците.

Прашања за повторување

1. По што се разликуваат хормоните и невротрансмитерите?
2. Објасни како хормонот норадреналин може да дејствува и како хормон и како невротрансмитер од нервниот систем.
3. Каква е улогата на хипофизата во регулирањето на водната хомеостаза?
4. На кој начин хипоталамусот ја поврзува нервната регулација со лачењето на хормоните од хипофизата?
5. По што се разликуваат аденохипофизата и неврохипофизата?

Интересна биологија

- Хипофизата е многу мала, но таа контролира речиси сè — од тоа колку ќе пораснеме во висина, па до тоа како нашето тело ќе се справува со стресот или жедта!

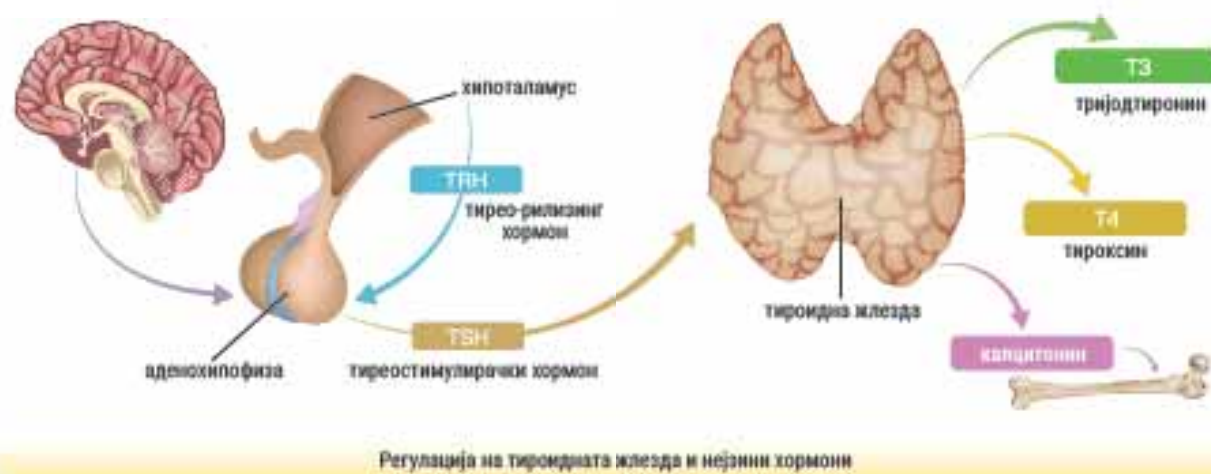
2.27 Други ендокрини жлезди и нивните хормони

Потсети се!

- Во кој дел на централниот нервен систем се наоѓа хипоталамусот?
- Како се поврзани хипоталамусот и хипофизата?
- Што се хормони?

ТИРОИДНА ЖЛЕЗДА

Тироидната жлезда има штитовиден облик и е сместена непосредно под гркланот, од двете страни на душникот. Таа е со маса од 30 до 60 грама. Се состои од два лобуса (лев и десен) што се поврзани со еден потесен жлездест дел, наречен истмус. Тироидното ткиво го сочинуваат голем број фоликули (меурчиња) што се исполнети со колоид (протеинска маса). Во нив се синтетизираат и акумулираат тироидните хормони. Секој фоликул е обложен со жлездени клетки – тироцити. Од надворешната страна, целата тироидна жлезда е обвиткана со сарзливо ткиво.



Во тироидната жлезда се синтетизираат два липофилни хормона – тироксин (T4) и тријодтиронин (T3). Како основен хормон се смета тироксинот, бидејќи тој се излучува околу четирипати повеќе од тријодтиронинот. За нивната биосинтеза е неопходен јод кој се внесува со храната или водата, и аминокислината тирозин.

Физиолошкото дејство на тироидните хормони е разновидно. Овие хормони учествуваат во растењето, развојот и функцијата на нервениот систем, го зголемуваат производството на топлина, влијаат на работата на срцето и дишењето, како и на дигестијата и искористувањето на хранливите материи. Кога организмот е изложен на студ, се зголемува лачењето на тироидните хормони, што доведува до поинтензивно создавање топлина и одржување на нормалната телесна температура.

Тироидните хормони ја поттикнуваат синтезата на протеини, особено во периодот на раст и развој, со што придонесуваат за нормален раст и обновување на ткивата. Тие го зголемуваат

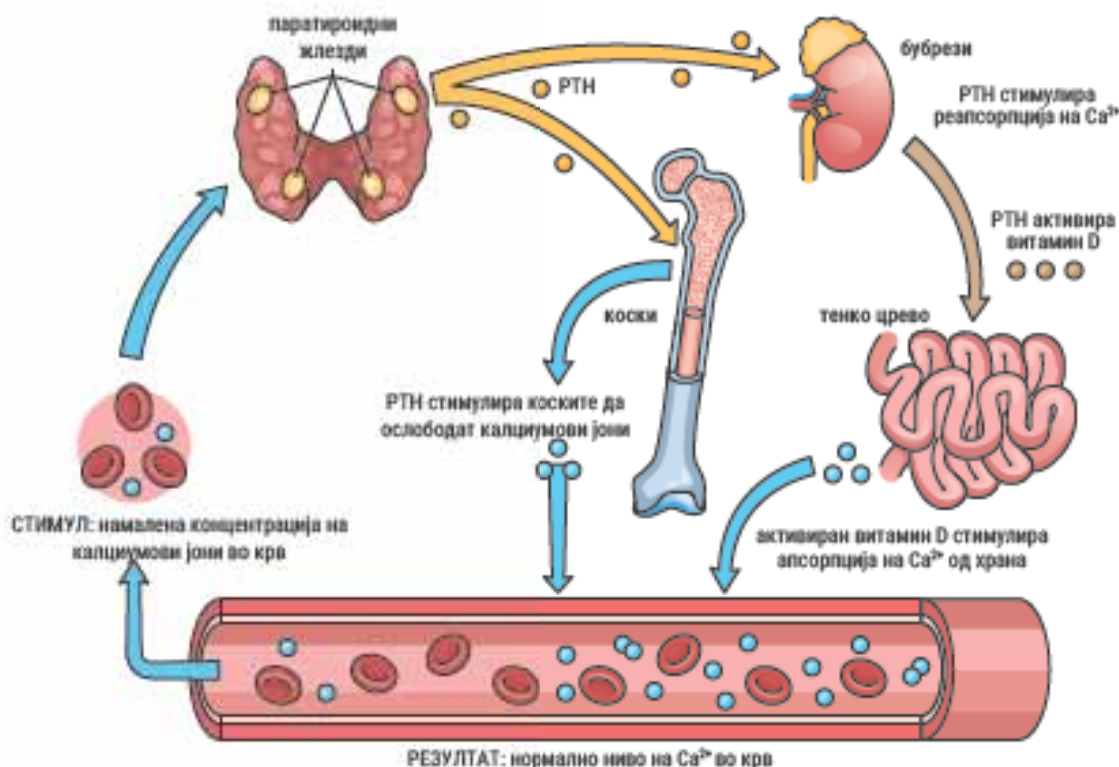
искористувањето на глюкозата и разградувањето на гликогенот. Истовремено, тие го стимулираат и разградувањето на масните, што доведува до намалување на масните резерви и забрзување на вкупниот метаболизам. Тие го зголемуваат базалниот метаболизам и потрошувачката на кислород во клетките што резултира со општо забрзување на метаболичките процеси во организмот.

Синтезата и секрецијата на тироидните хормони се регулираат според принципот на негативна повратна врска. Тоа значи дека зголемената концентрација на тироксинот во крвта влијае инхибиторно врз секрецијата на тиро-рилизинг хормонот од хипоталамусот. Како резултат на тоа се намалува секрецијата на тироестимулирачкиот хормон од аденохипофизата со што се намалува стимулацијата на тироидната жлезда за синтеза и секреција на тироидни хормони.

Калцитонинот (тиреокалцитонин) е третиот хормон што се излучува од тироидната жлезда. Тој има протеинска структура и е хидрофилен, а има спротивно дејство од паратиroidниот хормон. Тој доведува до намалување на Ca^{2+} во крвта преку стимулирањето на вградувањето на Ca^{2+} од крвта во коските.

ПАРАТИРОИДНИ ЖЛЕЗДИ

Паратиroidните жлезди се два пара жлезди сместени на задната страна на тироидните лобуси. Во овие жлезди се излучува паратиroidен хормон (PTH) или паратхормон. PTH се синтетизира и се ослободува како одговор кон намаленото ниво на Ca^{2+} во крвта. Ова намалување не може да се задржи долго време бидејќи значајниот пад во нивото на Ca^{2+} во крвта може да предизвика оштетена функција на мускулите, вклучувајќи го и срцето, како и несоодветно функционирање на нервниот и ендокриниот систем. Паратиroidниот хормон стимулира зголемување на нивото на Ca^{2+} во крвта. Од друга страна, PTH учествува и во активација на витаминот D.



Шематски приказ на паратиroidните жлезди и регулација на калциумови јони

Витаминот D е липофилен витамин кој може да се внесе со храната, но и да се синтетизира во кожата од дериват на холестеролот под дејство на сончева светлина. Последниот чекор на активација е стимулиран од паратироидниот хормон. Активната форма на витаминот D, учествува во регулирањето на хомеостазата на калциумот и фосфорот. Овој хормон ја стимулира апсорпција на Ca^{2+} во цревата и со тоа помага да се зголеми нивото на Ca^{2+} во крвта.

Двата хормона (паратхормонот и калцитонинот) и витаминот D, функционираат заеднички и со тоа обезбедуваат релативно константно количество Ca^{2+} во крвта и доволно Ca^{2+} за изградбата на коските, како и за многу други функции.

НАДБУБРЕЖНИ ЖЛЕЗДИ

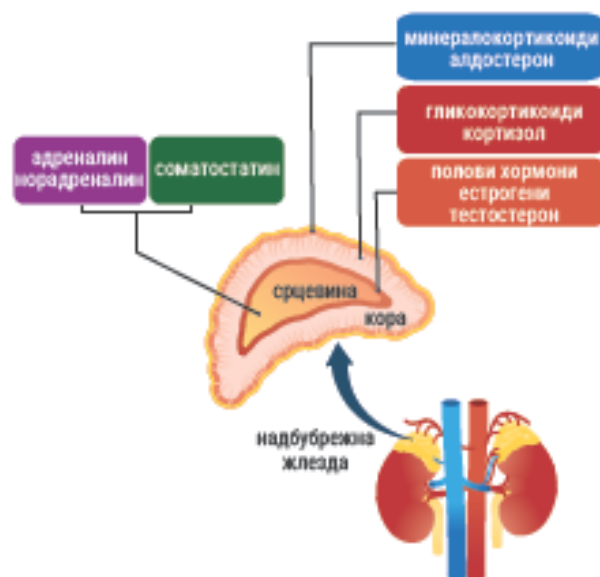
Надбубрежните (адренални) жлезди се две релативно мали жлезди, со маса околу 4 – 6 g по жлезда. Се наоѓаат веднаш над бубрезите. Внатрешниот дел е наречен срцевина или медула, а надворешниот дел е наречен кора или кортекс на надбубрежната жлезда.

Во **срцевината на надбубрежните жлезди** се создаваат два хормона: адреналин и норадреналин познати како катехоламини. Кај возрасен човек повеќе се лачи адреналин (околу 80 %), а помалку норадреналин (околу 20 %). Овие материи не се создаваат само во надбубрежните жлезди, туку и се ослободуваат и од симпатичките нервни влакна поради што отстранување на срцевината на жлездата не е животозагрозувачко. Адреналинот и норадреналинот се нарекуваат и стрес-хормони или хормони за „борба или беганье“, бидејќи се лачат во услови на стрес, страв, лутина или опасност и му помагаат на организмот брзо да реагира.

Адреналинот го забрзува метаболизмот, ја зголемува концентрацијата на глюкоза во крвта, ја забрзува работата на срцето и го покачува крвниот притисок. Тој ги стеснува крвните садови во неактивните органи, а ги проширува во активните делови на телото. Исто така, предизвикува проширување на бронхиолите, што го олеснува дишењето. Норадреналинот има слично дејство, но поизразено ги стеснува крвните садови во поголем дел од организмот и има силно влијание врз покачување на крвниот притисок.

Од **кората на надбубрежните жлезди** се излачуваат три основни групи хормони: гликокортикоиди, минералокортикоиди и мали количества полови хормони. Сите тие спаѓаат во групата стероидни хормони поради што се наречени **кортикостероиди**.

- Гликокортикоидите имаат важна улога во метаболизмот на јаглехидратите. Тие учествуваат во создавање на глюкоза и помагаат во одржување на енергетската рамнотежа во организмот. Исто така, го заштитуваат организмот во услови на стрес и ја намалуваат воспалителната реакција, поради што се користат и како лекови. Најзначаен гликокортикоид е кортизолот (хидрокортизон). Нивното лачење се регулира преку негативна повратна врска со хипоталамусот и хипофизата.
- Минералокортикоидите ја регулираат рамнотежата на водата и минералите во организмот, особено натриумот и



калиумот. Тие влијаат врз бубрезите каде што ја зголемуваат реапсорпцијата на натриум и го поттикнуваат излучувањето на калиум. Најважен хормон од оваа група е алдостеронот.

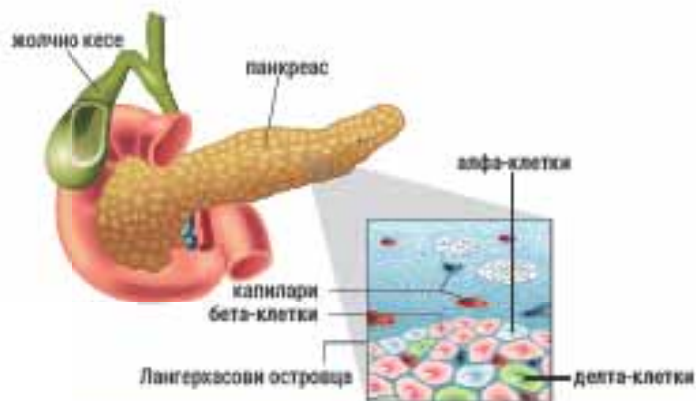
- Половите хормони што се лачат од кората на надбубрежните жлезди се присутни во мали количества и најчесто се андрогени.

ПАНКРЕАС

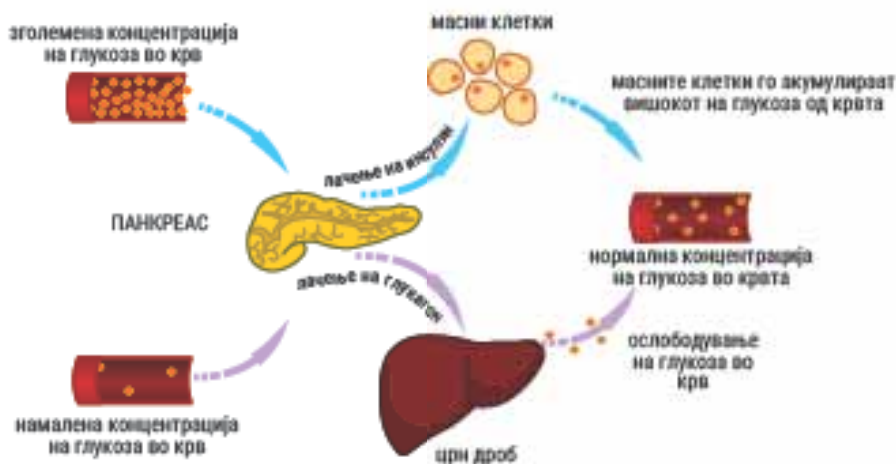
Панкреасот е жлезда со двојна функција: егзокрина (создава панкреасен сок што се излучува во тенкото црево и учествува во дигестијата на храната) и ендокрина функција. Ендокриниот дел на панкреасот го сочинуваат мали групи (островца) на специјализирани клетки, наречени **Лангерхансови островца**. Во нив се синтетизираат три хормона: инсулин, глюкагон и соматостатин. Инсулинот го синтетизираат т.н. бета-клетки, глюкагонот – *алфа-клетките*, а соматостатинот – *делта-клетките*.

Основно дејство на инсулинот е регулација на нивото на глюкозата (шеќерот) во крвта (гликемијата). Тој има хипогликемичко дејство, односно ја намалува концентрацијата на глюкозата во крвта, поттикнувајќи го нејзиното внесување од крвта во клетките, нејзино користење за добивање енергија и складирањето како гликоген во црниот дроб и мускулите.

Глукагонот има спротивно дејство од инсулинот. Тој го зголемува нивото на глюкозата во крвта преку разградување на гликогенот во црниот дроб. Во услови на гладување, учествува и во создавање глюкоза од други материи, со што му обезбедува енергија на организмот.



Ендокрин дел на панкреас – Лангерхансови островца со три типа на клетки



Шематски приказ на регулација на нивото на глюкоза во крвта (гликемија)

Соматостатинот го намалува лачењето на некои хормони, меѓу кои и хормонот за растење.

Лачењето на инсулин и глюкагон се регулира според нивото на глюкоза во крвта, а врз секрецијата на инсулинот влијае и нервниот систем, при што парасимпатичкиот ја зголемува, а симпатичкиот ја намалува неговата секреција.

ПОЛОВИ ЖЛЕЗДИ

Половите жлезди имаат двојна функција: егзокрина и ендокрина. Егзокрината функција се состои во создавање полови клетки (сперматозоиди и јајце-клетки). Ендокрината функција се состои во синтезата и лачењето полови хормони.

Во машките полови жлезди (семеници, тестиси) се синтетизираат машки полови хормони (познати и како **андрогени**). Најважен од нив е **тестостеронот**. Тој, пред сè, влијае врз растењето, развојот и функцијата на машките полови органи, а влијае и врз појавата на секундарните машки карактеристики (појава на брада, мустаки, длабок глас, поразвиена мускулатура, поинтензивен метаболизам и др.).

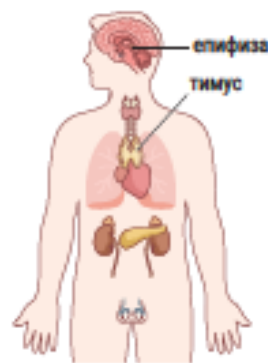
Во женските полови жлезди (јајчници, овариуми) се синтетизираат женски хормони познати и како **естрогени**. Најважен од нив е **естрадиолот**. Тој влијае врз развојот на женските полови органи, развојот на млечните жлезди и врз појавата на секундарните полови карактеристики. Кај жените се синтетизира и еден друг значаен хормон наречен **прогестерон**. Неговата најбитна физиолошка улога е во развојот и одржувањето на бременоста.

ТИМУС

Тимусот е жлезда сместена зад градната коска и има важна улога во развојот на имунолошкиот систем, особено во детството. Тој лачи хормони како **тимозин** кој учествува во созревањето на Т-лимфоцитите. Тимусот е најактивен до пубертетот, а потоа неговата активност се намалува под влијание на половите хормони.

ЕПИФИЗА

Пинеалната жлезда (епифиза) е мала, сплескана жлезда конусовиден облик, сместена во задниот дел на меѓумозокот што го лачи хормонот **мелатонин**. Тој се лачи најмногу ноќе, а помалку дење под влијание на светлината. Мелатонинот го регулира дневно-ноќниот ритам, односно спиењето и будноста, а има влијание врз пубертетот и репродуктивниот систем.



Местоположба на епифиза и на тимус

ДРУГИ ХОРМОНИ

Покрај ендокрините жлезди, хормони се лачат и од други ткива и органи. Така, бубрезите лачат хормон **еритропоетин** кој го стимулира создавањето на еритроцитите во коскената срцевина. Тој се лачи кога во крвта има помалку кислород. Желудникот го лачи хормонот **гастрин** кој ја стимулира дигестијата во желудникот. Во тенкото црево се создаваат хормони што ги регулираат процесите на дигестија, како **секретин** и **холецистокинин**. Секретинот го поттикнува лачењето на панкреасен сок богат со бикарбонати и ензими, а холецистокининот го стимулира празнењето на жолчното кесе со што се подобрува варењето на мастите.

Во преткоморите на срцето се создава хормон **атријален натриуретичен пептид (ANP)** кој го зголемува излачувањето на натриум и вода преку бубрезите и го намалува крвниот притисок.

Во текот на бременоста, плацентата лачи хормони важни за одржување на бременоста и развојот на плодот како хуман хорионски гонадотропин (hCG), прогестерон и естрогени. Присуството на hCG се користи како сигурен показател за бременост.

Простагландините се супстанции што се создаваат во многу ткива и дејствуваат главно локално. Тие учествуваат во воспалителни процеси, контракции на матката и во регулирањето на крвните садови. Некои лекови, како аспиринот, го намалуваат нивното создавање, а нивното зголемено лачење може да предизвика болки, на пример при менструација.

Активност

1. Лична картата на ендокрини жлезди

Поделете се во групи од 4-5 ученици. Направете табела со име на ендокрини жлезди, хормони што ги лачи, нивни целни органи и функции. По завршување, презентирајте ги своите постери, а останатите ученици нека ја проверат точноста.

2. Девник на хормони

Води дневник 1-2 дена, забележувајќи активности, расположение и енергија. Обиди се да поврзеш кога можеби дејствуваат одредени хормони како кортизол (стрес), мелатонин (спиене) или инсулин (по оброк). На крај, ѕвездички дискутирајте како хормоните го регулираат нашиот организам и секојдневните активности.

Прашања за повторување

1. На кој начин хипофизата е поврзана со тироидната жлезда и надбубрежните жлезди?
2. На кој начин инсулинот и глукагонот од панкреасот помагаат во одржување на хомеостазата на глукоза во крвта? Објасни.
3. Како калцитонинот и паратиroidниот хормон учествуваат во хомеостазата на калциумот?

Интересна биологија

- Мелатонинот се создава во епифизата и е „хормон на темнината“, бидејќи ноќе му сигнализира на телото дека е време за спиење. Окситоцинот, создаден во хипоталамусот, е „хормон на задоволството“ и поврзаноста, бидејќи се ослободува при допир и доверба. Серотонинот се создава во мозокот и во желудникот и е „хормон на среќата“ – кога сме сити и се чувствуваме добро, желудникот и мозокот испраќаат сигнали кои го подобруваат расположението. Заедно, овие хормони го регулираат сонот, задоволството, поврзаноста и среќата, создавајќи чувство на благосостојба.
- Првите експерименти за откривањето на инсулинот како хормон започнале во 1889 година кога забележале дека неговиот недостаток предизвикува дијабетес. Во 1921 година бил изолиран инсулин, првиот хормон што се користи како лек за луѓето.

2.28 Поврзаноста на нервниот и ендокриниот систем

Потсети се!

- Дали нервниот и ендокриниот систем се анатомски поврзани?
- Дали некој невротрансмитер дејствува на ендокрините клетки и обратно?

Ендокриниот и нервниот систем претставуваат два главни механизми преку кои организмот ја координира својата работа и одговара на промените во околината. Иако функционираат на различен начин, тие се тесно поврзани и заедно обезбедуваат одржување на хомеостаза и правилно функционирање на телото.

Нервниот систем работи преку брзи електрични импулси кои се пренесуваат преку нервите и овозможуваат моментални реакции, како на пример повлекување на раката од топол предмет или брза реакција на страв. Од друга страна, ендокриниот систем дејствува преку хормони што се пренесуваат преку крвта и влијаат на органите побавно, но подолготрајно, регулирајќи раст, метаболизам, развој и енергетска рамнотежа.

Табела: Споредба на дејство на хормони и невротрансмитери

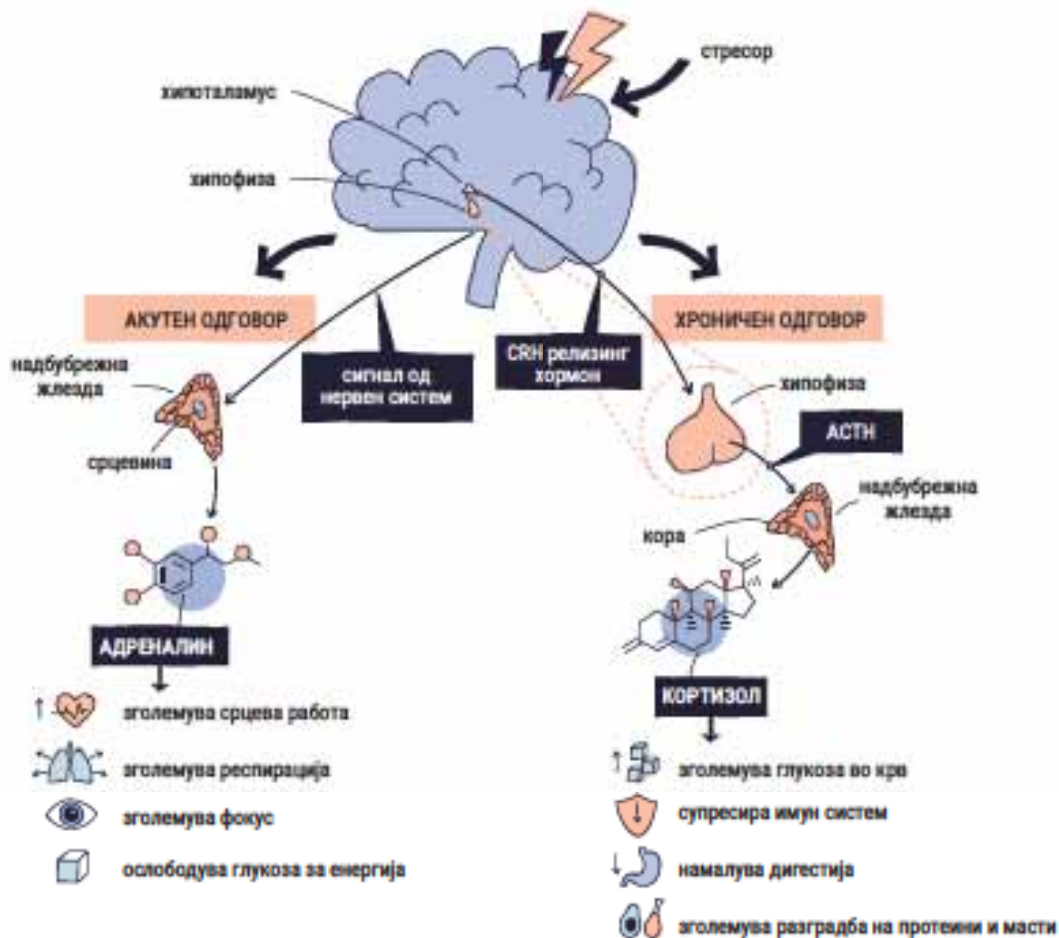
Карактеристика	Нервен систем	Ендокрин систем
Брзина	Многу брзо	Побавно
Траење	Краткотрајно	Долготрајно
Начин	Нервни импулси	Хормони преку крв
Цел	Брзи реакции	Долгорочни процеси

Клучната врска помеѓу двата системи се наоѓа во хипоталамусот. Хипоталамусот ги прима информациите и преку хипофизата управува со работата на ендокрините жлезди. На овој начин, нервниот систем може да иницира хормонални промени, а хормоните пак влијаат врз работата на сите делови во организмот, вклучувајќи го и нервното ткиво во централниот нервен систем.

На пример, при стрес, хипоталамусот по примените дразби испраќа сигнал до надбубрежните жлезди да лачат адреналин и кортизол кои го подготвуваат телото за реакција. Ваквата постојана комуникација овозможува телото брзо да реагира кога е потребно, но и долгорочно да се приспособува на условите со цел да се одржува рамнотежата и здравјето на организмот.

Кога поврзаноста помеѓу нервниот и ендокриниот систем е оштетена, организмот ја губи способноста правилно да ги координира своите реакции и да ја одржува внатрешната рамнотежа. Ако хипофизата не добива точни сигнали од мозокот, може да дојде до хормонална нерамнотежа на тироидната жлезда, неправилно ниво на хормон за раст или нарушена регулација на шеќерот. Проблемите со нервните патишта можат да влијаат и на панкреасот што доведува до тешкотии во одржувањето на нормална гликемија. Кај долготрајно нарушена врска, организмот се соочува со симптоми како промени во расположение, несоница, проблеми со телесна тежина, намалена концентрација и опаѓање на општото здравје.

Нарушувањата на функцијата на хипофизата најчесто се последица на појавата на тумори во неа или во хипоталамусот. Некои од тие тумори содржат голем број клетки што произведуваат хормон за растење. Доколку во детството и адолесценцијата дојде до зголемено лачење на хормонот за растење се појавува **гигантизам**, односно ненормално висок раст. Лица со вакво нарушување често се слаби и можат да достигнат голема телесна висина. Ако зголемено лачење на хормонот за растење се појави кај возрасни лица, доаѓа до **акромегалија** – зголемување на поединечни



Акутен и хроничен одговор на телото на стрес

делови на телото, како дланките, стапалата, носот, јазикот и долната вилица. Намаленото лачење на хормонот за растење во детската возраст може успешно да се лекува со давање на соматотропен хормон. При намалено лачење на хормонот за растење може да има и промени во ментален развој.

Од разни причини може да дојде до нарушувања во работата на тироидната жлезда. Најчести нарушувања се: гушавост (струма), хипотироидизам и хипертироидизам. Гушавост претставува зголемување на тироидната жлезда. Тоа најчесто е последица на недостиг на јод во исхраната. **Хипотироидизмот** е состојба при која тироидната жлезда лачи премалку хормони. Доколку се појави во раниот развој или веднаш по раѓањето, може да доведе до сериозно заостанување во физичкиот и менталниот развој. **Хипертиroidизмот** се јавува кога тироидната жлезда лачи премногу хормони. Најпозната форма е Гравесовата (Базедова) болест која се карактеризира со гушавост, испупчени очи, забрзана работа на срцето, зголемено потење, слабеење, нервоза и нетолеранција на топлина.

За навремено откривање на болестите на тироидната жлезда, најчесто се прават крвни анализи за мерење на нивото на тироидните хормони и тиро-стимулирачкиот хормон (TSH), а понекогаш и испитување со радиоактивен јод.

Намалената функција на кората на надбубрежните жлезди доведува до појава на заболувањето познато како **Адисонова болест**. Основни карактеристики на оваа болест се: атрофија на мускулите (намалување на мускулното ткиво), слабост, пигментација на кожата и нарушувања на рамнотежата

на солите и водата во организмот. Зголемената секреција на кортизол предизвикува појава на состојба наречена **Кушингов синдром**, со симптоми што се изразуваат содебелење со посебно заоблување на лицето, тенка кожа со појава на модринки, мускулна слабост, губење на коскената маса и зголемено ниво на шеќер во крвта.

Од разни причини може да дојде до нарушувања во функцијата на бета-клетките во панкреасот, што може да резултира со намалена или зголемена секреција на инсулин. При намалена секреција на инсулин, глукозата не може да навлезе во клетките и останува во крвта и како вишок се исфрла преку бубрезите со урината (гликозурија). Оваа состојба (болест) е наречена **шеќерна болест** (*diabetes melitus*). Постојат два основни вида на дијабетес: инсулин-зависен дијабетес и инсулин-независен дијабетес. Оваа болест може да се контролира со посебна диетална исхрана или со примане лекови.

Денес е познато дека има многу луѓе што се чувствителни на сезонските промени. На пример, долгите и мрачни денови влијаат врз намалувањето на мотивацијата и расположението. Луѓето кои страдаат од т.н. сезонска болест кога траењето на денот се скратува, стануваат сонливи, депримирани и нервозни. Се смета дека причината за таквото однесување е мелатонинот кој се лачи од пинеалната жлезда. Имено, светлината ја зголемува мотивацијата и расположението со тоа што ја намалува секрецијата на мелатонинот (познат и како депресивен хормон).

ЗДРАВИ НАВИКИ ЗА ЗАЧУВУВАЊЕ НА ЕНДОКРИНИОТ СИСТЕМ

Како и за другите системи, и за ендокриниот систем пресудно значење имаат здравите секојдневни навики. Нервниот и ендокриниот систем се во постојана комуникација, па здравиот животен стил ги одржува и нивните нормални релации.

Правилната исхрана е една од најважните навики кои го одржуваат ендокриниот систем здрав. Исхраната богата со зеленчук, овошје, цели зрна, здрави масти и протеини го поддржува нормалното лачење на хормони и го спречува оптоварувањето на жлезди како што се тироидната и панкреасот. Прекумерната употреба на рафинирани шеќери и прости јаглехидрати доведува до прекумерно лачење на инсулин, што го заморува панкреасот и го зголемува ризикот од дијабетес. Изборот на храна со интегрални житарки, јаболка, ореви помага да се одржи стабилно нивото на гликемија. Од друга страна, тироидната жлезда бара јод и селен за нормално производство на хормони. Риба, јодирана сол, јајца и бразилски ореви помагаат за здраво функционирање на тироидеата.

Умерената физичка активност го подобрува лачењето на повеќе хормони, но ја подобрува и комуникацијата меѓу мозокот и ендокрините жлезди. Движењето ја зголемува чувствителноста на клетките на инсулин, го подобрува расположението и го намалува нивото на хормоните на стрес. Надбубрежните жлезди се многу чувствителни на стрес. Умереното вежбање (брзо одење, пливање, велосипед) го намалува кортизолот и го стабилизира адреналинот.

Сонот е многу значаен за правилно лачење на хормони. Недостатокот на сон ја нарушува работата на хипоталамусот и хипофизата и предизвикува промени во многу хормони, особено на кортизолот, хормонот за раст и на хормоните што го контролираат гладот. Така, за време на длабок сон се лачи хормонот за раст, кој е неопходен за раст, регенерација и правилен метаболизам. Познато е дека недоволно спиење го зголемува кортизолот, а тоа влијае врз телесната маса, имунитетот и психичката состојба. Нерамномерниот ритам на спиење ги нарушува сигналите од мозокот кон хормоните кои го контролираат гладот, што води до прејадување.

Хроничниот стрес е еден од најголемите непријатели на нормалната хормонална рамнотежа. Тој ги оптоварува надбубрежните жлезди, го менува лачењето на тироидните хормони и ја нарушува комуникацијата мозок–хипофиза–жлезди. Познато е дека долготрајно зголемен кортизол може да доведен до замор, слаб имунитет, нарушен сон, покачен шеќер и промени во расположение.

Од друга страна, длабоко дишење, прошетки во природа или хоби-активности го намалуваат стресот и помагаат да се стабилизираат и нервниот и ендокриниот систем.

Одредени супстанции како никотин, алкохол, прекумерно внесување на кофеин можат да ги нарушат хормоните и нервните импулси. Алкохолот ја оптоварува хипофизата и тироидната жлезда, предизвикувајќи неправилно лачење на хормони. Никотинот влијае врз срцевината на надбубрежните жлезди, стимулирајќи прекумерно лачење адреналин и норадреналин. Пластика, пестициди и козметика со штетни состојки кои можат да го блокираат дејството на природните хормони.

Психичката состојба директно влијае врз нервниот систем и посредно врз хормоните. Позитивната средина, комуникацијата и поддршката го намалуваат стресот и ја подобруваат врската меѓу двата системи. Добрата психичка состојба го стабилизира серотонинот, што индиректно влијае на хормоните поврзани со апетитот, спиењето и расположението.

Намален стрес → помало лачење кортизол → порамномерна работа на целиот ендокрин систем

И прекумерната или многу малата телесна маса влијаат врз работата на хормоните. Масното ткиво само по себе лачи хормони, па во прекумерни количини може да создаде нерамнотежа. Дебелината е поврзана со зголемен инсулин, намалена чувствителност на клетките и нарушена работа на панкреасот. Од друга страна, прекумерно ниската тежина влијае врз хипофизата, намалувајќи ги хормоните што го регулираат растот и репродукцијата.

Активност

Инфографик „Биологија на стресот“

Во групи од 3–4 ученици, креирајте инфографик кој ќе го дешифрира патот на стресот. Ваша задача е да прикажете како нервниот и ендокриниот систем работат заедно.

- Прикажете како мозокот ја детектира опасноста и праќа сигнал до надбубрежните жлезди.
- Со симболи прикажете го лачењето на адреналин (за брзина) и на кортизол (за енергија).
- Користете стрелки за да ги покажете физичките промени: зголемен пулс (срцето пумпа побрзо), забрзано дишење (повеќе кислород за мускулите), проширени зеници (подобар преглед на ситуацијата) и сл. Објаснете како парасимпатичкиот систем го враќа телото во нормала.

Прашања за повторување

1. Кои се главните разлики меѓу ендокрината и нервната регулација на телото?
2. Како нарушувањата во хормоналната рамнотежа можат да влијаат на растот, метаболизмот или репродукцијата?
3. Кои здрави навики помагаат да се зачува нормалната функција на ендокриниот систем и хормоналната рамнотежа?

Интересна биологија

- Енергетските пијалаци најчесто содржат кофеин кој го стимулира нервниот систем и привремено го зголемува вниманието и чувството на енергија. Кофеинот го забрзува срцевниот ритам и може да го покачи крвниот притисок. Прекумерната употреба, особено кај младите, може да доведе до несоница, нервоза и замор по престанување на дејството.



Ниво на организација на живите организми

- ✓ Клетката е основна градбена и функционална единица на животот и содржи органи со различни функции. Во човечкиот организам постојат многу различни типови клетки.
- ✓ Клетките од ист тип создаваат ткива, а различни ткива заедно градат органи. Постојат четири основни ткива: епително, сврзно, мускулно и нервно.
- ✓ Повеќе органи што работат заедно формираат органски системи: дигестивен, респираторен, нервен и други.
- ✓ Сите органски системи се поврзани и заедно го сочинуваат човечкиот организам како целина.
- ✓ Нивната координирана работа овозможува одржување на хомеостазата, а здравите навики помагаат телото да функционира правилно.

Дигестивен систем

- ✓ Храната се состои од органски и неоргански материи. Органските материи ги вклучуваат јаглехидратите, протеините и мастите (макронутриенти), како и витамините, кои се неопходни за нормално функционирање на организмот. Водата и минералите се неоргански материи со важна улога во одржување на животните процеси. Хранливите материи имаат енергетска, градбена, заштитна и регулаторна улога.
- ✓ Ензимите се биокатализатори кои учествуваат во процесите на варење на храната.
- ✓ Дигестивниот систем започнува со устата каде што храната механички се обработува и започнува дигестијата со помош на плунката. Храната се пренесува до желудникот каде што киселината и ензимите започнуваат разградување на протеините. Најголемиот дел од дигестијата и апсорпцијата се одвива во тенкото црево со помош на ензими од панкреасот и жолчката од црниот дроб. Во дебелото црево се апсорбира водата, дел од витамините создадени од цревната микрофлора и се формираат отпадните материи. Хранливите материи преку апсорпција и асимилација се пренесуваат до клетките каде што се користат за енергија и градба.
- ✓ Здравата и балансирана исхрана овозможува правилно функционирање на дигестивниот систем, додека нездравата исхрана може да доведе до различни нарушувања на дигестивното и целокупното здравје на организмот.

Крвоносен и лимфен систем

- ✓ Крвата и лимфата заедно со крвоносниот и лимфниот систем имаат важна улога во транспортот на материи и заштитата на организмот.
- ✓ Крвата се состои од плазма и крвни клетки: еритроцити, леукоцити и тромбоцити. Еритроцитите пренесуваат кислород, леукоцитите учествуваат во одбраната, а тромбоцитите овозможуваат згрутчување на крвата. Плазмата пренесува хранливи материи, хормони и отпадни продукти.
- ✓ Срцето е мускулен орган што ја пумпа крвата низ телото. Се состои од лева и десна половина, секоја со преткомора и комора.
- ✓ Крвата се движи низ артерии, вени и капилари, при што артериите ја изнесуваат крвата од срцето, вените ја враќаат назад, а капиларите овозможуваат размена на материи со ткивата.
- ✓ Постојат два крвотока: мал и голем. Малиот крвоток ја носи крвата до белите дробови, а големиот го снабдува целото тело со кислород и хранливи материи.
- ✓ Лимфниот систем ја враќа течноста што е вишок во крвотокот и има важна улога во имунитетот, којшто може да биде неспецифичен и специфичен.

- ✓ Вакцинацијата овозможува создавање имунолошка меморија и заштита од заразни болести.
- ✓ Здравата исхрана, физичката активност и избегнувањето штетни навики се клучни за превенција од кардио-васкуларни заболувања и зачувување на составот и функцијата на крвта и одбранбените механизми.

Респираторен систем

- ✓ Респираторниот систем овозможува внесување на кислород и отстранување на јаглерод диоксидот од организмот. Тој се состои од носната празнина, голтникот, гркланот, душникот, бронхиите и белите дробови со алвеолите.
- ✓ Низ дишните патишта воздухот се движи кон белите дробови, но размената на гасови не се одвива во нив, туку исклучиво во алвеолите.
- ✓ Белодробната вентилација вклучува вдишување и издишување и се овозможува со работа на дијафрагмата и меѓуребрните мускули.
- ✓ Во алвеолите, кои имаат тенки сидови и се опкружени со капилари, гасовите се разменуваат со дифузија, во зависност од разликите во парцијалниот притисок.
- ✓ Хемоглобинот во еритроцитите го врзува кислородот и го транспортира до ткивата, а јаглерод диоксидот се транспортира во крвта растворен во плазмата, врзан за хемоглобинот и најмногу во форма на бикарбонат.
- ✓ Нормалното дишење ја одржува рамнотежата на овие гасови, додека хиповентилацијата и хипервентилацијата ја нарушуваат.
- ✓ Загадениот воздух, пушењето и алергените можат сериозно да го оштетат респираторниот систем. Затоа, физичката активност, престојот на чист воздух и избегнувањето загадување се важни превентивни мерки за зачувување на здравјето на белите дробови.

Екскреторен систем

- ✓ Екскреција е процес со кој организмот ги отстранува штетните и непотребните материи што настануваат при метаболизмот. Главен екскреторен систем кај човекот е уринарниот систем, кој се состои од два бубрега, два мочовода, мочен меур и мочен канал. Во бубрезите се создава урината, мочоводите ја спроведуваат до мочниот меур кој служи како резервоар, а преку мочниот канал таа се исфрла надвор од организмот.
- ✓ Бубрезите се изградени од кора и срцевина и содржат нефрони кои се нивни основни структурни и функционални единици. Во нефронот се одвиваат три основни процеси: гломеруларна филтрација при која крвта се прочистува; реапсорпција при која корисните материи (глюкоза, аминокиселини, јони и вода) повторно се враќаат во крвта; и секреција со кои штетните материи се отстрануваат со урината.
- ✓ Антидиуретичниот хормон (ADH) ја регулира количината на вода што се реапсорбира, а алдостеронот влијае на рамнотежата на натриумот и калиумот. Со ова бубрезите ја одржуваат хомеостазата на организмот.
- ✓ Кожата учествува во екскрецијата преку потта со која се излучуваат вода и соли и се регулира телесната температура, но не ја заменува улогата на бубрезите.
- ✓ Алкохолот, цигарите, електронските цигари и дрогите ја нарушуваат функцијата на бубрезите преку токсично дејство врз нефроните и крвните садови што може да доведе до нивно трајно оштетување. Затоа, зачувувањето на здравјето на екскреторниот систем бара доволен внес на вода, здрава исхрана, избегнување на штетни навики и редовна физичка активност.

Локомоторен систем

- ✓ Локомоторниот систем е составен од коските, зглобовите и мускулите и овозможува потпора, движење и заштита на телото.
- ✓ Коските го градат скелетот и можат да бидат изградени од компактно и сунѓересто коскено ткиво.
- ✓ Во долгите коски се наоѓа коскената срцевина која има важна улога во создавањето крвни клетки. Коските растат и се обновуваат и ја менуваат својата цврстина во зависност од физичката активност.
- ✓ Зглобовите ги поврзуваат коските и овозможуваат движење, а може да бидат неподвижни, полуподвижни и подвижни. Коските во зглобовите се поврзани со лигаменти, а мускулите со коските преку тетиви.
- ✓ Скелетните мускули со својата контракција овозможуваат движење и најчесто работат во антагонистички парови. Контракцијата на мускулите се објаснува со лигаичкиот модел и зависи од енергија (ATP) и нервни сигнали.
- ✓ Кај младите, чести се нарушувања како искривувања на грбот поради неправилно држење и недоволна физичка активност. Недостаток на витамин D може да доведе до рахитис, а повредите можат да предизвикаат скршеници и мускулна атрофија. Рамното стапало е честа појава кај децата и може да се спречи со правилно одење, удобни обувки и редовна физичка активност. Здравиот и активен начин на живот е најважна превенција за зачувување на здравјето на коските и мускулите.

Репродуктивен систем

- ✓ Репродукцијата при половото размножување вклучува спојување на машка и женска гамета.
- ✓ Кај машките, сперматозоидите се создаваат во семиниферните каналчиња на тестисите преку процеси на митоза и мејоза, а семената течност се состои од сперматозоиди и секрети од семените везикули и простатата.
- ✓ Создавањето на сперматозоиди и тестостерон е под хормонална контрола на FSH и LH од хипофизата.
- ✓ Кај женските, примарен полов орган е јајчникот, а дополнителни се јајцеводите, матката и вагината, додека надворешните органи ја сочинуваат вулвата.
- ✓ Во јајниците се создаваат јајце-клетки и полови хормони, а овулацијата претставува ослободување на секундарен ооцит.
- ✓ Доколку не дојде до оплодување, настанува менструално крвање. Оплодувањето доведува до создавање зигот, кој се развива во ембрион и фетус, при што најинтензивен развој се одвива во првото тромесечие од бременоста.
- ✓ Пубертетот и адолесценцијата се периоди на интензивен физички и хормонален развој и формирање одговорно однесување. Планирањето на семејството и примената на контрацепција се важни за репродуктивното здравје, додека сексуално преносливите болести претставуваат сериозен ризик при незаштитени односи. Зачувувањето на репродуктивното здравје подразбира информираност, одговорно сексуално однесување и користење соодветна заштита.

Координација и реакции

- ✓ Нервниот систем кај човекот се состои од централен и периферен нервен систем.
- ✓ Централниот се состои од черепниот и 'рбетниот мозок, а периферниот ги поврзува овие делови со телото и се дели на соматски и автономен.
- ✓ Основна единица на нервниот систем е невронот, изграден од клеточно тело, дендрити и аксон, а невроните комуницираат меѓу себе преку синапси.
- ✓ Рефлексниот лак овозможува брзи и неволни реакции, додека невромускулната синапса ги поврзува нервниот и мускулниот систем.
- ✓ Во черепниот мозок се наоѓа големиот мозок што ја контролира свесната активност, мислењето, говорот, движењата и паметењето. Малиот мозок ја координира рамнотежата и точноста на движењата, а мозочното стебло ги регулира виталните функции.
- ✓ 'Рбетниот мозок пренесува информации и изведува рефлекси за заштита на организмот.
- ✓ Автономниот нервен систем ја регулира работата на внатрешните органи, жлездите, срцето и крвните садови.
- ✓ Осетниот систем прима информации преку рецептори: механорецептори, терморецептори, ноцирецептори, проприорецептори, фоторецептори и хеморецептори. Окото и увото создаваат нервни импулси од светлина и звук, а вестибуларниот апарат овозможува чувство за рамнотежа. Хеморецепторите за вкус и мирис реагираат на различни супстанции.
- ✓ Здравите навики како сон, физичка активност и правилна исхрана ја одржуваат функционалноста на нервниот и осетниот систем, овозможувајќи добра концентрација, брзи реакции и правилна обработка на информации.

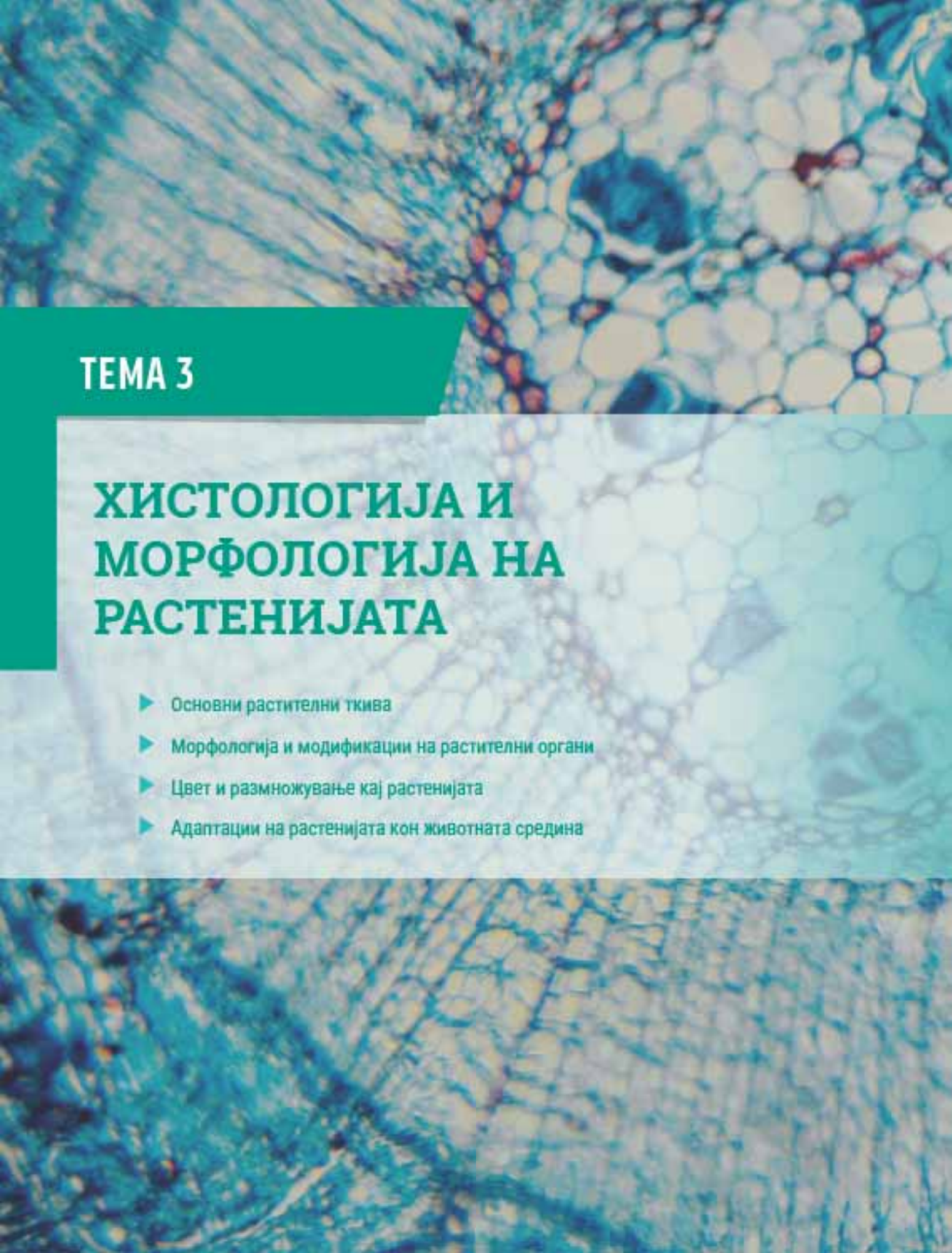
Ендокрин систем

- ✓ Ендокриниот систем ја контролира работата на телото преку хормони кои дејствуваат само на одредени клетки.
- ✓ Хипофизата, тесно поврзана со хипоталамусот, ја регулира работата на другите жлезди.
- ✓ Главни периферни жлезди се тироидната, паратиroidната, надбубрежните жлезди и панкреасот. Тие контролираат метаболизам, стрес, ниво на глукоза и калциум.
- ✓ Половите хормони се активираат во пубертетот и предизвикуваат секундарни полови карактеристики.
- ✓ Други органи, како тимус, пинеална жлезда, срце, тенко црево и бубрези, исто така лачат хормони.
- ✓ Нарушувањата на ендокриниот систем можат да доведат до проблеми со растот, метаболизмот или репродукцијата. Здравите навики што го помагаат нормалното функционирање на овој систем се: правилна исхрана, физичка активност, сон и намалување на стрес – помагаат да се одржи хормоналната рамнотежа и здравјето на телото.

Прашања за повторување на Тема 2

- Иако органите во телото имаат различни улоги, која карактеристика им е заедничка на сите органи?
а) Сите органи се изградени од ист тип клетки.
б) Секој орган е составен од повеќе различни видови клетки.
в) Секој орган е покриен со надворешна мембрана.
г) Секој орган припаѓа на крвотокот.
- Кој пример најдобро ја прикажува позитивната повратна врска?
а) Кога температурата во просторијата е висока, уредот за греење продолжува да работи.
б) Кога се внесува поголема количина течности, се зголемува излачувањето на урина.
в) Кога горивото поскапува, луѓето помалку патуваат со автомобил.
г) Кога телото се лади, започнува тресење за создавање топлина.
- _____ и _____ со своите секрети учествуваат во дигестијата на протеините, масти и јаглехидрати во дигестивниот систем.
а) црн дроб и панкреас
б) црн дроб и жолчно кесе
в) бубрези и слепо црево
г) панкреас и жолчно кесе
- Зошто тенкото црево е главното место за апсорпција на хранливите материји?
а) Затоа што храната најдолго се задржува во него.
б) Затоа што содржи вреќести проширувања за собирање храна.
в) Затоа што храната нема каде да продолжи понатаму.
г) Затоа што има многу голема внатрешна површина за апсорпција.
- По кој редослед се одвива циркулацијата на крвта во човековото тело?
а) срце → артерии → капилари → вени → срце
б) срце → вени → капилари → артерии → срце
в) артерии → срце → капилари → вени → срце
г) капилари → артерии → срце → вени → срце
- Кога за кратко време го задржуваме дишењето, како се менуваат нивото на CO_2 во телото и pH-вредноста на телесните течности?
а) CO_2 се зголемува; pH се зголемува
б) CO_2 се намалува; pH се зголемува
в) CO_2 се зголемува; pH се намалува
г) CO_2 се намалува; pH се намалува
- Кога можеме да кажеме дека еден орган има екскреторна, а кога ендокрина улога во организмот?
- Зошто се важни физичката активност и дишењето чист воздух за локомоторниот систем?
а) Ги зајакнуваат мускулите и коските.
б) Го подобруваат снабдувањето на мускулите со кислород.
в) Го одржуваат правилното функционирање на зглобовите.
г) Сите наведени одговори се точни.
- Кој вид клетка претставува почеток на секој диплоиден организам?
а) сперматозоид
б) јајце-клетка
в) гамета
г) зигот
- Кога во јајце клетките завршува мејоза II?
а) За време на феталниот развој
б) На почетокот на пубертетот
в) По оплодување
г) По имплантација
- Оплодувањето се случува во _____, а имплантацијата на зиготот е во _____.
а) семиниферни тубули; матка
б) вагина; јајцевод
в) јајцевод; матка
г) мочен канал; матка
- Каква улога имаат FSH и LH кај мажите и жените? Како се разликува нивното дејство?
- Белата маса е _____, а сивата маса е _____.
а) составена од аксони; составена од клеточни тела и дендрити
б) миелинизирана; немиелинизирана
в) присутна во ЦНС; исто така присутна во ЦНС
г) сите понудени одговори се точни
- Кој дел од нервниот систем е најактивен додека седиш во тишина и учиш биологија?
а) соматскиот нервен систем

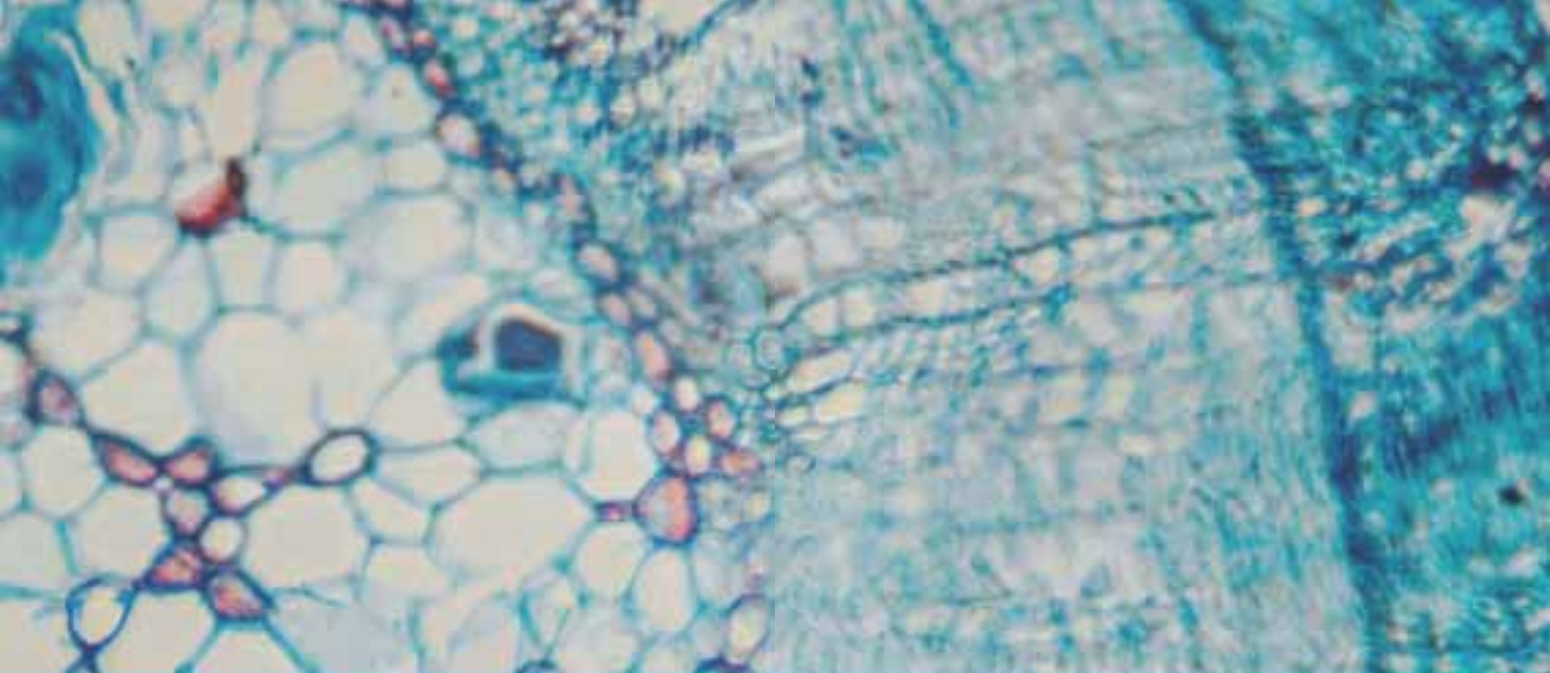
- б) симпатичкиот нервен систем
в) парасимпатичкиот нервен систем
г) кората на големиот мозок
15. Хормоните на хипофизата имаат два извора. Едните се создаваат во невроните на хипоталамусот и се ослободуваат преку _____, а другите се создаваат во хипофизата и се ослободуваат преку _____.
а) таламус; хипокампус
б) неврохипофиза; аденохипофиза
в) десна хипофиза; лева хипофиза
г) кора; срцевина
16. Твојот вујко пие алкохол и мора почесто да уринира. Ова е резултат на дејството на алкохолот врз:
а) тироксин, што ја зголемува ресорпцијата на вода од бубрезите
б) тироксин, што ја намалува ресорпцијата на вода од бубрезите
в) АДН, што ја намалува ресорпцијата на вода од бубрезите
г) АДН, што ја зголемува ресорпцијата на вода од бубрезите
17. Кога трчаш подолго време, повеќе системи се активираат истовремено. Кој одговор најдобро ја прикажува нивната соработка?
а) Дигестивниот произведува кислород, а респираторниот хранливи материи
б) Респираторниот внесува кислород, крвоносниот го пренесува до мускулите, локомоторниот овозможува движење
в) Екскреторниот разградува хранливи материи за енергија
г) Репродуктивниот ја регулира телесната температура
18. Хранливите материи од дигестивниот систем се апсорбираат во _____, потоа преку _____ систем се пренесуваат до клетките. Кислородот се внесува преку _____, а отпадните материи се отстрануваат со _____.
а) тенкото црево – крвоносниот – респираторниот – екскреторниот
б) желудник – екскреторен – респираторен – кожен
в) дебелото црево – лимфниот – крвоносниот – ендокриниот
г) тенко црево – крвоносниот – екскреторниот – дебело црево
19. Зошто при силна емоција (страх или возбуда) срцето забрзано работи, дишењето се забрзува и мускулите се напнати?
20. Кој редослед точно ги прикажува нивоата на организација во човечкото тело?
а) клетка → атом → ткиво → орган → систем → организам
б) атом → молекула → клетка → ткиво → орган → систем → организам
в) молекула → атом → ткиво → клетка → орган → организам
г) клетка → ткиво → молекула → орган → систем → организам
21. Означи кое тврдење е точно, а кое неточно:
а) Рбетниот мозок не е дел од рефлексните лакови.
б) Фоликулостимулирачкиот хормон не дејствува на тестисите.
в) Невроните се основни функционални единици на бубрезите.
22. Замисли дека долго седиш пред компјутер. Објасни што се случува со:
• локомоторниот систем
• респираторниот систем
• крвоносниот систем
• нервниот систем
• ендокриниот систем

A microscopic image of plant tissue, likely a cross-section of a stem or root, showing various cellular structures. The image is divided into three horizontal sections. The top section shows a dense network of cells with prominent blue staining. The middle section is a solid teal color with white text. The bottom section shows a similar cellular structure to the top, but with more pronounced blue staining and some red-stained cells.

ТЕМА 3

ХИСТОЛОГИЈА И МОРФОЛОГИЈА НА РАСТЕНИЈАТА

- ▶ Основни растителни ткива
- ▶ Морфологија и модификации на растителни органи
- ▶ Цвет и размножување кај растенијата
- ▶ Адаптации на растенијата кон животната средина



Во оваа тема ќе научиш:

- да ги разликуваш основните растителни ткива и да ја објаснуваш нивната структура и функција во растот и развојот на растението;
- да опишуваш градба и функција на растителните органи и да ја објаснуваш нивната улога кај растенијата;
- да идентификуваш и да објаснуваш модификации и адаптации на растителните органи кои овозможуваат опстанок во различни услови на животната средина;
- да објаснуваш процес на полово и вегетативно размножување кај растенијата и да ја анализираш нивната улога во продолжување и одржување на видот.



3.1 Меристемско ткиво

Потсети се!

- Од кои делови е изградено растението?
- Како растението го минува развојниот циклус од семе до семе?
- Наброј неколку различни видови клетки и поврзи ги со нивната функција во организмот.

ОСНОВНИ РАСТИТЕЛНИ ТКИВА

Во текот на долгата еволуција на растенијата, ткивата се појавуваат како највисок степен на организација на растителното тело. Со преминувањето на растенијата кон сувоземен начин на живот се појавиле специјализирани клетки кои се приспособиле за живот во нова средина. Почетоците на специјализација на клетките за одредена функција се јавуваат уште кај алгите, но првите вистински ткива всушност се појавиле кај мововите.

Една од основните тенденции во еволуцијата на растенијата е морфолошката диференцијација на клетките со цел ефективно вршење на функцијата. Па така, за најсовершени се сметаат ткивата кои се во состав на градбата на скриеносемените растенија.

Растително ткиво претставува група на клетки кои имаат исто потекло, слична градба и заедно вршат иста функција во организмот. Од аспект на морфологијата разликуваме ткива кои се изградени од еден вид клетки (како склеренхимско и коланхимско ткиво) или ткива кои содржат различни елементи (како спроводно ткиво – флоем, ксилем и др.)

Според функцијата и степенот на диференцијација, растителните ткива се поделени на **меристемски (творни) ткива** и **трајни ткива**.

МЕРИСТЕМСКИ (ТВОРНИ) ТКИВА

Една од важните карактеристики на растенијата е растењето во текот на целиот живот. Тоа е овозможено со т.н. **меристемски (творни) ткива** чии клетки делејќи се овозможуваат раст на органите во должина (издолжување или раст во висина) и во ширина (задебелување).

Клетките на меристемските ткива се мали, густо распоредени (збиени) и немаат меѓуклеточни простори. Се карактеризираат со тенки клеточни ѕидови, големо централно поставено јадро, густа цитоплазма и сосема мали вакуоли. Одредени меристемски клетки брзо се делат, при што постојано се обновуваат. Обновувачките меристемски клетки се наречени иницијални клетки. Тие ги создаваат и т.н. производни клетки, со што се обезбедува растот. Вообичаено преку зимата, кога растенијата се во фаза на мирување, драѓа до прекини на делбите, а со тоа и на растот на растенијата.

Според потеклото, меристемските ткива се поделени на:

- примарни меристемски ткива и
- секундарни меристемски ткива.

1. Примарни меристемски ткива

Примарни меристемски ткива потекнуваат од ембрионот и се поделени на врвни (апикални) меристеми, странични (латерални) и вметнати (интеркаларни) меристеми.

• Врвни (апикални) меристеми

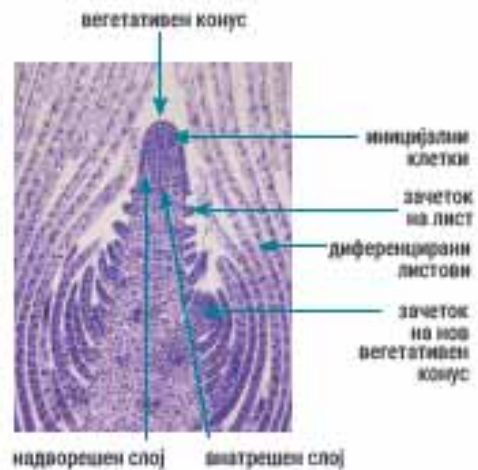
Врвните меристеми имаат директно потекло од ембрионот. Кога ембрионот се развива во никулец и се оформува младото растение, ткивата постепено се диференцираат. Но, на врвовите на стеблото и коренот и на нивните разгранувања се задржуваат клетки кои ја продолжуваат својата делбена активност. Тие врвни меристеми се со нежни клетки кои на врвот на стеблото се заштитени со листови, а на врвот на коренот со коренова капа.

Врвниот стеблен меристем е изграден од иницијални клетки (регенеративни клетки кои постојано се делат) и од нив создадени клетки кои градат т.н. вегетативен конус. Вегетативниот конус е изграден од надворешен и внатрешен слој. На одредена оддалеченост од врвот на конусот надворешно се појавуваат израстоци од кои се формираат зачетоци на листови. Од нив со диференцирање се формираат листови по стеблото. Во основата на зачетоците на листовите се појавуваат пупки (зачетоци на нови вегетативни конуси) со кои стеблото се разгранува.

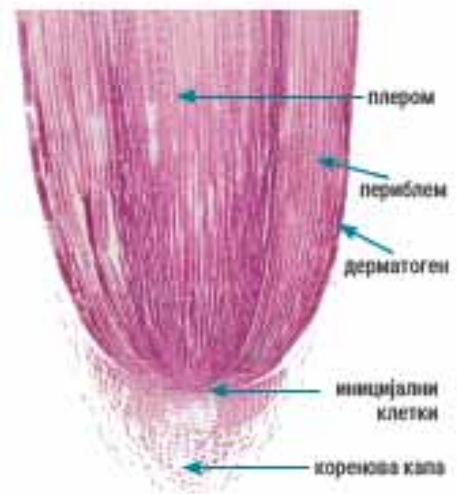
Врвен коренов меристем овозможува раст на коренот во должина. На самиот врв на коренот се наоѓа коренова капа која е срасната со врвот. Таа има заштитна улога при растењето на коренот во почвата. Површинските клетки на капата се оштетуваат при растењето на коренот, но и постојано се обновуваат со иницијални клетки сместени во основата на капата. Кореновиот врв има иницијални клетки и три производни зони. Надворешно се наоѓа дерматоген, од кој се развива површинскиот слој на коренот (ризодермис). Под него се наоѓа слој кој ќе се диференцира во основно ткиво на коренот, и централно ткиво кое ќе се диференцира во централен цилиндар на коренот.

• Страничен (латерален) меристем

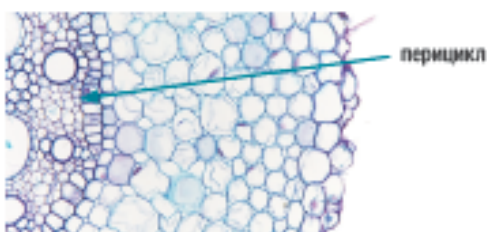
Страничен (латерален) меристем (перцикл) – се наоѓа во вид на еднослоен, кружен прстен во коренот и е одговорен за создавањето на страничните коренчиња.



Врвен стеблен меристем кај водна чума



Врвен коренов меристем на монокотиледно растение



Страничен меристем во корен (перцикл) и формирање на странични коренчиња

- **Вметнат (интеркаларен) меристем**

Вметнатиот (интеркаларен) меристем се наоѓа меѓу веќе диференцирани ткива, најчесто во основата на листовите или нодите. Тој обезбедува брз раст во должина, особено кај тревестите растенија. Со активноста на овој меристем тревите растат брзо по косењето. Стеблата на бамбусите за едно деноноќие нарастуваат десетици сантиметри. Интеркаларните меристеми овозможуваат ограничен раст на лисните дршки кои растат со одредена должина. Дури се потрошат меристемските клетки.



Примарни меристемски ткива кај растенијата

2. Секундарни меристемски ткива

Секундарните меристемски ткива настануваат со секундарно активирање на веќе диференцирани клетки кои добиваат способност за делење. Ова активирање најчесто се случува кај паренхимски клетки кои всушност се најслабо диференцирани (трајни) ткива. Клетката се дели најчесто со хоризонтално поставена преграда која овозможува формирање на две нови клетки.

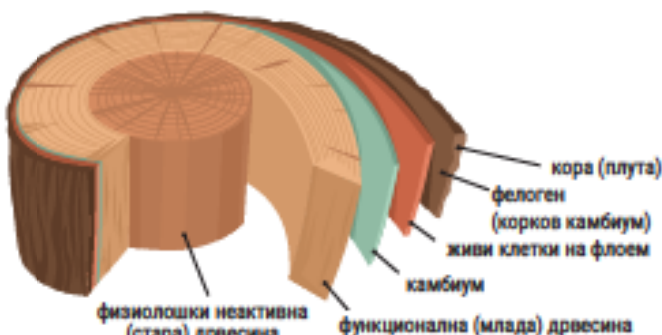
Главни секундарни меристеми се камбиум и фелоген, а во оваа група спаѓаат и регенерациските и трауматични меристеми. Камбиум и фелоген се странични (латерални) меристеми кај коренот и стеблото. Имаат кружна форма како континуиран прстен, при што фелогенот е еднореден, а камбиумот е повеќереден и се нарекува камбијален прстен.

- **Камбиум**

Камбиумот се појавува во подлабоките слоеви на кората во коренот и стеблото и секогаш е на границата помеѓу кората и дрвесината. Со негова активност се добиваат производни клетки на трајни секундарни ткива. Кон периферијата се формираат секундарните ткива на кората (флоем), а кон внатрешноста се формира секундарно дрво (ксилем).

- **Фелоген**

Фелогенот се нарекува и корков камбиум. Се формира периферно од паренхимски клетки на кората сместени под епидермисот. Од фелогенот се формира секундарното кожно ткиво (перидерм).



Камбиум и фелоген во секундарна градба на дрво

- **Регенерациски меристеми**

Регенерациски меристеми се создаваат со активирање на паренхимски клетки со цел да се обнови изгубен дел од растение, да се стимулира нов раст или да се регенерира ткиво. Така се формираат додатните коренчиња од резници, листови или пак се зарастуваат калемии.



Активиран регенерационски меристем кај лист и оформени додатни корениња кај различни декоративни растенија

• Трауматични меристеми

Трауматични меристеми се појавуваат како реакција на повреда или траума на места каде што дрвото е пресечено, гризнато или има длабока механичка повреда. Овој вид секундарен меристем создава т.н. калус (живо недиференцирано ткиво) со кое се затвора раната, го штити растението од инфекции и може да формира нови органи.

Активност

Растење со и без апикален меристем

Поделете се во групи и земете по 2-3 засадени млади растенија од грав, босилек или пченка.

1. Од секое растение одберете едно контролно и едно експериментално.
2. Измерете ја почетната висина на секое растение и бројот на листови.
3. Кај експерименталното растение со ножици отсечете го стеблениот вегетативен конус, до 5 mm од самиот врв.
4. Следните 7 дена секој ден мерете ја висината на двете растенија и фотографирајте ги.

Што може да се забележи?

Контролното растение со апикалниот дел брзо расте во висина. Експерименталното растение заостанува во растот во висина, но формира странични пупки кои ќе дадат разгранување на стеблото. Вакви пупки се појавуваат кај грав и босилек, но не и кај пченка.

Тоа докажува дека растенијата главно растат во висина со апикални меристеми, а кога тие ќе се отстранат се активираат страничните пупки во основата на листовите само кај растенијата кај кои ги има.

Прашања за повторување

1. Како се поделени ткивата според степенот на диференцијација, кои се заедничките карактеристики и што е разликата помеѓу нив?
2. Од каде потекнуваат примарните меристеми, каква улога имаат и во кој дел од растението се наоѓаат?
3. Како настануваат секундарните меристеми и како се поделени?
4. Кои се иницијални, а кои производни клетки и зошто се значајни?

Интересна биологија

- Меристемите се посебни ткива и поради нив растенијата не стареат за разлика од животните. Растенијата се сметаат за биолошки „отворени системи“ благодарение на моќта на меристемите за самообновување. Затоа некои растенија живеат со илјадници години.

3.2 Трајни растителни ткива.

Покривно ткиво

Потсети се!

- Во колку слоја се поделени производните клетки во апикалните меристеми на стебло и корен?
- Во што се диференцираат надворешните и внатрешните слоеви на вегетативните конуси?
- Со кои клетки растението врши размена на гасови и транспирација?

Трајни растителни ткива се специјализирани ткива чии клетки трајно ја загубиле меристемската улога. Тие се диференцирале за вршење на специфична функција во организмот. Во трајни ткива се вбројуваат покривно, паренхимско, секреторно, механичко и спроводно ткиво.

ПОКРИВНО ТКИВО

Покривното ткиво се наоѓа на површината на растителните органи и е непосредно изложено на сите надворешни влијанија во животната средина на растението. Ова ткиво ја заштитува внатрешноста на растението од сите неповолни влијанија (од прекумерно загревање и транспирација, од ниски температури, механички повреди и инфекции), па затоа претставува заштитно, кожно ткиво.

Според потеклото и местоположбата на покривното ткиво разликуваме примарно, секундарно и терцијерно покривно ткиво.

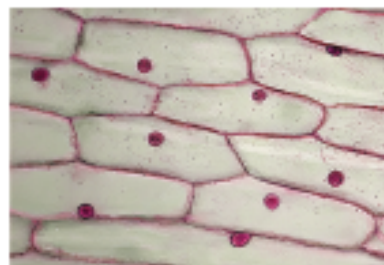
1. Примарно покривно ткиво

Примарното покривно ткиво се наоѓа периферно и ја претставува надворешната обвивка – **епидермис**. Епидермисот ги препокрива надземните делови на младите изданоци (листовите, цветните елементи и младите плодови). Кога се наоѓа на површината на младите подземни делови, истиот се именува како **ризодермис**. Епидермисот има примарно потекло од надворешниот слој на вегетативниот конус, односно од дерматогенот во коренот.

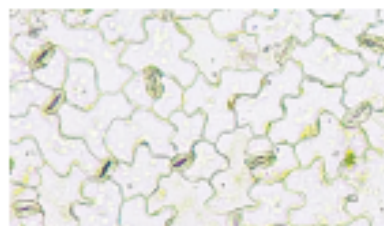
Изграден е од основни епидермални клетки, трихоми и стоми.

Најголем дел од епидермисот го сочинуваат основните **епидермални клетки** кои се послабо специјализирани во споредба со трихомите и стомите. Епидермалните клетки се густо збиени без меѓуклеточни простори и поврзани со силни, меѓусебни врски. Поради тоа, овој надворешен слој од растителниот орган секогаш се одвојува како цврста, компактна тенка кожичка.

Епидермалните клетки имаат различна морфологија (изглед, форма, големина) со прави или извиткани (брановидни) клеточни видови. Тие се живи клетки со голема централна вакуола, оскудна цитоплазма и периферно сместено јадро. Во епидермалните



Основни епидермални клетки со прави клеточни видови



Извиткани епидермални клеточни видови

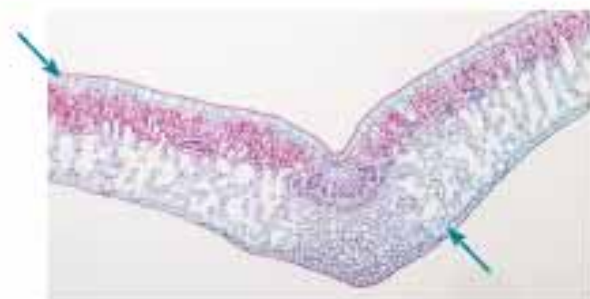
клетки нема хлоропласти, а во ретки случаи може да се сретнат леукопласти.

На својата површина, епидермалните клетки излучуваат кутин и восочни материи кои надворешно со наслојување формираат кутикула. **Кутикулата** е водоотпорен (хидрофобен) слој кој штити од испарување, инфекции и механички повреди.

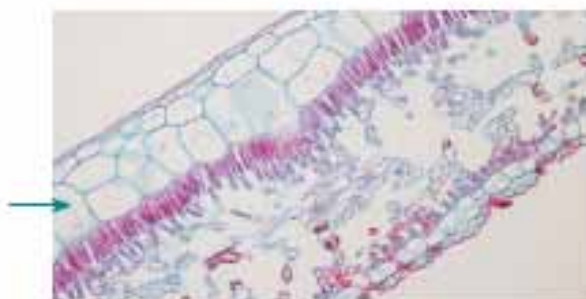
Епидермисот може да биде еднослоен како кај перуниката, доматот, пиперката и др., или повеќеслоен како во листовите на олеандер, фикус и др.



Кутикулата е хидрофобна и капките вода на листот не се впираат и разливаат



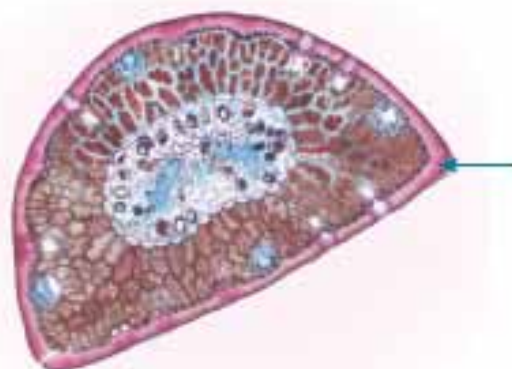
Еднослоен епидермис на лист од пиперка



Повеќеслоен епидермис кај листови од фикус

Во листовите на голосемените растенија, епидермисот е еднослоен и изграден од мртви клетки со задебелени клеточни видови. Ваквата појава кај повеќегодишните листови на зимзелените растенија е условена од потребата за подолга заштита.

Трихоми се епидермални израстоци со најразлична градба и изглед. Можат да бидат едноклеточни или повеќеклеточни, прости или сложени, изградени од мртви или од живи клетки. Токму поради овие структурни разлики имаат различно биолошко значење. Така кога листовите и стеблото се густо обраснати со трихоми, подобро се адаптирани на високи температури и светлина, затоа што тие ја зголемуваат заштитната улога на покривното ткиво. Трихомите можат да ги штитат растенијата и од ниски температури, па така високопланинските растенија се обраснати/ препокриени со густа покривка од трихоми.



Епидермис кај лист од бор (напречен пресек вииден на микроскоп)



Шематски приказ на различни видови трихоми

Одредени живи трихоми поседуваат една или повеќе клетки со секреторна улога и спаѓаат во т.н. *жлездени влакна*. Тие излучуваат материи со најразличен состав, на пример: етерични масла, солена течност, алкалоиди, ензими, слузести, смолисти материи и др.



Различни видови трихоми кај дива маслина и кај бршлен



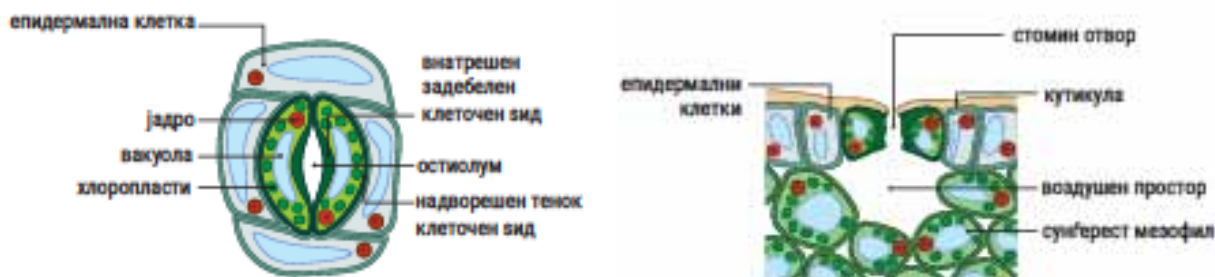
Жлездени влакна кај јаглика, здравец и инсектојадно растение

Посебен тип на сложени жлездени влакна има кај копривата. Тие се полни со материи кои ако дојдат во контакт со кожата на човекот предизвикуваат црвенило, печење и чешање.

Стоми се микроскопски отвори на епидермисот преку кои се врши размена на гасови и транспирација. Се формираат од две специјализирани затворачки (стомини) клетки кои имаат исто потекло со епидермалните, но морфолошки и функционално се разликуваат. Вообичаено стомините клетки се со бубреговидна форма кои со вдлабнатата страна се свртени една кон друга. На тој начин помеѓу нив се создава отвор на стомата – *остиолум*. Кај некои растенија, покрај двете стомини клетки, во стоминиот апарат учествуваат и две соседни, околустомини клетки, кои се разликуваат од основните епидермални клетки. Стомините клетки се разликуваат од епидермалните по специфичните задебелувања на клеточниот ѕид околу остиолумот и присуството на хлоропласти во нив.



Жлездени влакна кај коприва



Стоми – површински изглед и напречен пресек на лист



Стоми кај дикотиледони и моноцитиледони растенија

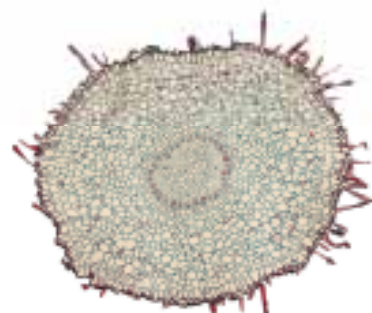
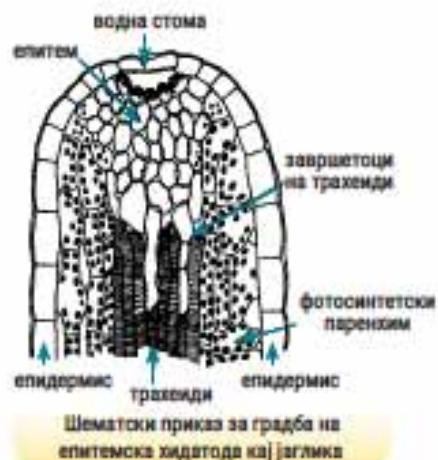
На рабовите од листовите на некои растенија се среќаваат т.н. водни жлезди (*хидатоиди*), кои личат на стоми со трајно изгубена способност за регулација поради што постојано се отворени. Кога растението е заситено со вода и нема транспирација, низ отворот се цеди вода во вид на капки (*гутација*).

Посебен тип на епидермис (**ризодермис**) е покривното ткиво кое го обвиткува коренот со примарна градба. Ризодермисот обично е изграден од еден ред на живи клетки кои потекнуваат од дерматогенот. Има тенки и еластични клеточни ѕидови, а одредени ризодермални клетки образуваат коренови влакна. Кореновите влакна се наоѓаат во диференцираната зона, која според нив е именувана како зона на коренови влакна. Животниот век на кореновите влакна е краток (неколку дена), но затоа со растот на коренот постојано се формираат други нови влакна. Кај некои растенија сите клетки од ризодермисот формираат коренови влакна кои имаат важна улога за впирање на водата и растворените минерални материи од почвата. Основната улога на ризодермисот е апсорпција, а многу помалку заштита, поради што ова покривно ткиво се смета за апсорпциско.

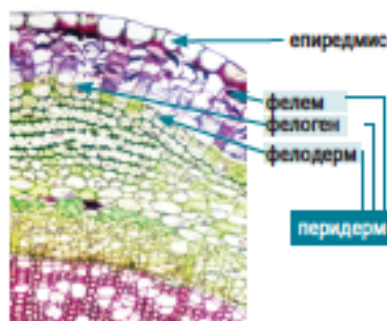
2. Секундарно покривно ткиво (перидерм)

Кај растенијата кои нарастуваат секундарно, **перидермот** се формира периферно со цел да обезбеди трајна заштита на внатрешните ткива. Се создава од страничниот меристем (фелоген/корков камбиум) кој кон површината формира клетки кои постепено се диференцираат во плутан слој наречен фелем. Кон внатрешноста се формира само еден слој на живи клетки со хлоропласти и карактеристичен изглед, наречен фелодерм. Фелогенот е постојано активен и го зголемува фелемот кој со тек на време се задебелува и станува повеќеслоен, плутан слој на површината на стеблата и корењата со секундарна градба.

На местата на стомите од епидермисот, во перидермот се формираат **лентицели**. Во основата на овие творби е фелогенот на лентицелата кој кон површината формира растресито паренхимско ткиво богато со меѓуклеточни простори. Зголемувајќи се, лентицелите се распукуваат и се појавуваат видливи т.н. леќички на стеблото со секундарна градба. Преку нив се врши размена на гасови и транспирација.



Ризодермис со коренови влакна



Перидерм кај бозел (напречен пресек на стебло)



Лентицели на стебло



Напречен пресек на стебло со лентицела

3. Терциерно покривно ткиво (мртва кора)

Кај многугодишните дрвја на површината се создава **мртва кора** како резултат на формирање на повеќекратни перидерми во подлабоките слоеви на кората. По изолацијата на живите клетки кои се позиционирани помеѓу два перидерма, до нив не стигаат хранливите материји, па тие изумираат. По формирање на нови и нови слоеви на перидерм под веќе постојните, доаѓа до зголемување на обемот на тие изумрени делови и се создава сè подебела мртва кора. Под притисок на внатрешните ткива, во кората се појавуваат пукнатини кои служат за проветрување. Мртвата кора може да биде мазна, рапава, неотпадна или отпадна, и морфолошки е карактеристична, односно препознатлива за видот. Нејзина функција е заштита од загревање и сушење, но и од механички повреди и оштетувања од животни.

Активност

Истражи го покривното ткиво на растението

Потребен материјал: листови од шарена традесканција (*Tradescantia zebrina*), перуника (*Iris germanica*), или друго растение, микроскоп, пинцета, предметно и покривно стакло, вода.

1. Од опачината на листот со пинцета извлечи тенка кожичка (епидермис).
2. На чисто предметно стакло стави капка вода во која ќе го потопиш претходно извлечениот епидермис, да има иста положба како во листот (за да може да се набљудува од горе, површински).
3. Покриј го со покривното стакло и микроскопирај, прво на мало, па потоа и на поголемо зголемување.
4. Ќе забележиш голем број основни епидермални клетки и стоми. Обиди се да го нацрташ во тетратка тоа што го набљудуваш на видното поле.



Секое растение има свои карактеристики на епидермисот, чии клетки се разликуваат според форма и големина, присуство или отсуство на израстоци и стоми.

Во епидермалните клетки на традесканција се гледаат виолетово обоени вакуоли затоа што во нив има виолетов пигмент, а околу јадрата има безбојни топчести пластиди (леукопласти). Стомите се бубреговидни и со многу хлоропласти.

Во листовите на перуниката нема пигменти во вакуолите, а стомите се наоѓаат од двете страни на листот.

Активност

Набљудување на трихоми

Потребен материјал: суви листови од дива маслина (*Eleagnus angustifolia*), микроскоп, скалпел, предметно и покривно стакло, вода.

1. На чисто предметно стакло стави капка вода во која ќе наросиш делови од опачината на листот (со скалпелот истружи од сребрената страна/опачина на листот).
2. Покриј го со покривното стакло и микроскопирај, прво на мало, па потоа и на поголемо зголемување.
3. Ќе забележиш голем број трихоми кои со стружењето се одвоиле од епидермисот. Набљудувај ја нивната форма и градба.
4. Нацртај ги и воочи ја разликата меѓу трихомите. Направи споредба и претпостави со кои од нив се покрива поголема површина на листот.
5. Исклучи го светлото од микроскопот и продолжи со микроскопирање. Што забележуваш на видното поле?

Трихомите кај дивата маслина се два типа многуклеточни израстоци наречени ѕвездести и плочести. Изградени се од повеќе издолжени мртви клетки кои со одреден дел меѓу себе сраснуваат. Плочестите трихоми сраснуваат со поголем дел и покриваат поголема површина на листот, особено ако се погусте. Кога ќе се исклучи светлото на микроскопот, од нивните клеточни ѕидови се одбива околната слаба светлина, па трихомите се гледаат како негатив снимка во споредба со претходната.

Така се докажува заштитната улога на трихомите во одбивање на светлина и заштита на листот од загревање.

Листови од дива маслина



Плочести трихоми кај дивата маслина



Прашања за повторување

1. Како е изградено примарното кожно ткиво, од што се формира и каква функција има?
2. Што е кутикула, од што е изградена и зошто е значајна?
3. Што се трихоми и како се поделени?
4. Кои се основните карактеристики на стомините клетки и што претставува стомин апарат?
5. Како и зошто се формира секундарно и терциерно кожно ткиво?

Интересна биологија

- Кутикулата се смета за една од клучните придобивки на сувоземните растенија која помогнала за нивна адаптација на суво. Без кутикулата растенијата не би опстанале надвор од водата. Затоа велиме дека дебелината на кутикулата ја одредува средината. Водните растенија имаат исклучително тенка кутикула или таа отсутува како кај водната чума (*Elodea canadensis*) или валиснерија (*Valisneria sp.*), подводни листови на нимфеа (*Nymphaea sp.*) и др. Кај сукулентите, особено кај кактусите ехинокактус (*Echinocactus*), ферокактус (*Ferocactus*), опунција (*Opuntia*) и др., кутикулата е добро развиена со повеќекратни восочни наслаги за да ги заштити од испарување. Често, восочните кристали придонесуваат за специфичната мат/синкава површина на стеблата на кактусите кои се „рекордери“ по дебелина на кутикулата.

3.3 Паренхимско ткиво

Потсети се!

- Како и кои клетки се реактивираат за да се формираат странични меристеми при секундарното нарастување на растенијата?
- Кои клетки вршат фотосинтеза и во кој дел од растението се наоѓаат?
- Што се случува со вишокот хранливи материи кои ги создава растението?

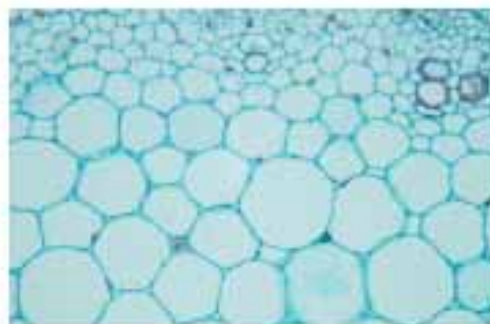
Паренхимот е најзастапеното ткиво во растителниот организам кое во поголеми или помали делови се наоѓа во сите вегетативни и генеративни органи. Се среќава како основно ткиво што ги исполнува органите на растението, но има и многу други функции во процесите на апсорпција, фотосинтеза, дишење, секреција спроведување и складирање на различни материи. Токму поради тоа се смета за најфункционално растително ткиво.

Паренхимот е и најслабо диференцирано ткиво поради што, според потребите на растението, често секундарно се здобива со способност за делење. На таков начин врши регенерација или учествува во формирањето на латералните меристеми одговорни за секундарната градба кај повеќегодишните растенија. Паренхимското ткиво е и еволутивно најстаро – телото на првите многуклеточни растителни организми било изградено од паренхимски клетки.

Паренхимското ткиво е изградено од живи клетки различни по својата морфологија, но најчесто се изодијаметрични (трите димензии – ширина, должина и висина – се приближно исти). Се карактеризираат со тенок, еластичен, целулозен клеточен ѕид, голема вакуола богата со клеточен сок, цитоплазма со јадро и други органели (пластиди) во зависност од типот на паренхимот и неговата функција. Помеѓу соседните клетки има помали или поголеми меѓуклеточни (интерцелуларни) простори, а во споените делови има многу порини отвори преку кои се врши размена на материи.

Според функцијата се разликуваат:

- фотосинтетски паренхим
- паренхим за депонирање (резервен паренхим)
- воздухоносен паренхим (аеренхим)
- спроводен паренхим
- апсорпциски паренхим и
- секреторен паренхим



Основно паренхимско ткиво за исполнување во срцевина од стебло

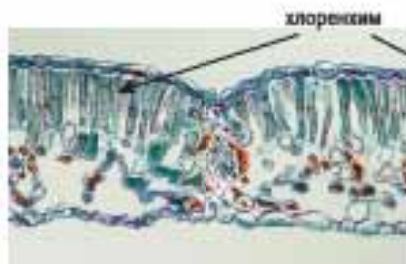
ФОТОСИНТЕТСКИ (АСИМИЛАЦИСКИ) ПАРЕНХИМ

Основната функција на **фотосинтетскиот (асимилациски) паренхим** е вршење фотосинтеза. Сите зелени надземни делови на растението поседуваат асимилациски паренхим, сместен под епидермисот. Клетките се богати со хлоропласти, па ова ткиво уште се нарекува **хлоренхим**. Овие клетки имаат различна морфологија (изглед), кај различни растенија. Тие се најчесто издолжени, цилиндрични и вертикално поредени, како кај палисадното ткиво во листот. Кај игличестите листови на четинарите

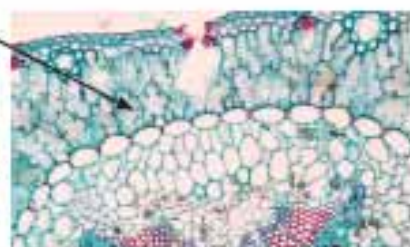
имаат набори на клеточниот ѕид кон внатре, а се среќаваат и клетки со неправилна форма во сунѓестото ткиво. Кај водните растенија и растенијата чии листови се богати со вода (сочни листови), тие се округли (топчести).



Површински изглед на хлоренхим



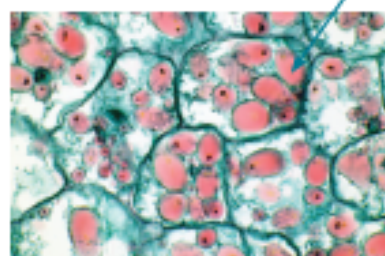
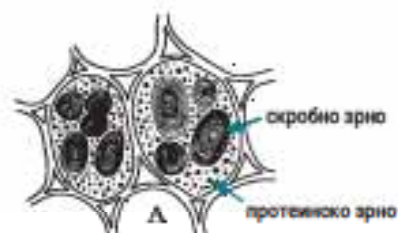
Различна морфологија на хлоренхимски клетки – цилиндрични и со набори на клеточни ѕидови



ПАРЕНХИМ ЗА ДЕПОНИРАЊЕ (СКЛАДИРАЊЕ)

Паренхимот за складирање (резервен паренхим) се наоѓа во вегетативни и генеративни органи. Во него може да се складираат различни органски материи и вода, па според тоа е поделен на повеќе групи како:

- паренхим за складирање на шеќери: вишокот создадени шеќери во текот на фотосинтезата се изнесува од хлоропластите и се пренесува и депонира најмногу во паренхимски клетки на семиња и плодови, но и во метаморфозирани корени, стебла и листови. Богати со резервен скроб се паренхимските клетки на коренот од шеќерната репка, морков, цвекло, стебло кај шеќерна трска, плодови од јаголко, грозје, банани, но и семињата на ориз, пченица, пченка и др.
- паренхим за складирање на протеини е карактеристичен за легуминозните растенија и тоа пред сè за котиледоните во семињата. За протеински семиња се сметаат сојата, грамот, грашокот, баклата, боранијата и др.
- паренхим за складирање на масти е составен дел на семињата од сончоглед, рицинус и соја, плод од маслина, орев, авокадо и др.
- паренхим за складирање на вода се среќава кај плодовите на цитрусните растенија чии клетки содржат вакуоли богати со клеточен сок. Такви се и многу други сочни плодови, но и листови и стебла на сукулентни растенија (растат на суви места, во пустини и имаат бројни адаптации за опстанок) кои чуваат резерви на вода.



Различни типови на паренхим за складирање – складирање протеини и складирање скроб

ВОЗДУХОНОСЕН ПАРЕНХИМ (АЕРЕНХИМ)

Воздухоносен паренхим (аеренхим) се карактеризира со големи меѓуклеточни простори во вид на канали во кои циркулира воздух. Каналите имаат специфичен и правилен распоред, а се формираат по пат на разградување на ткивото или со оддалечување на соседни клетки. Со аеренхим се богати корењата, стеблата или листовите на водни, блатни или мочуришни растенија.



Аеренхим со воздушни канали (на напречен пресек на корен виден на микроскоп)

СПРОВОДЕН ПАРЕНХИМ

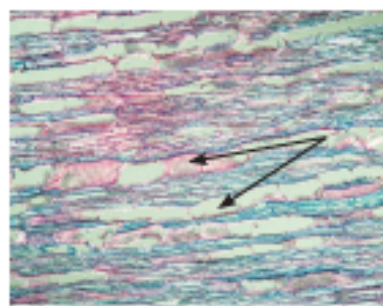
Спроводен паренхим најчесто е застапен кај листови и учествува во пренесување на хранливи материи од асимилациски паренхим до флоем и во обратна насока пренесува вода од ксилем до паренхим за фотосинтеза. Тој не е класичен флоем и ксилем, туку е помошно ткиво сместено помеѓу мезофилот на листот и самите спроводни елементи.

АПСОРПЦИСКИ ПАРЕНХИМ

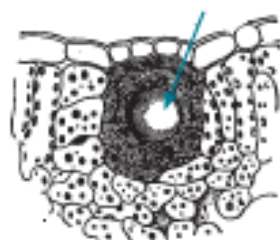
Апсорпциски паренхим се карактеризира со клетки кои се издолжени и имаат многу тенки клеточни сидови со што се овозможува впивање на вода и други материи. Кај многу паразитски растенија се формираат специјализирани израсоти со кои растението паразит впива готови органски материи од растението домаќин.

СЕКРЕТОРЕН ПАРЕНХИМ

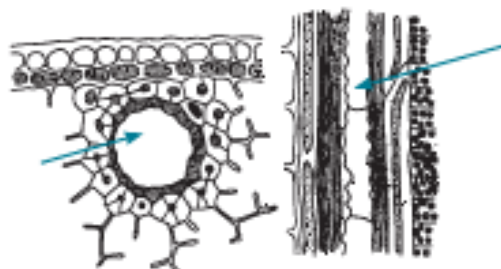
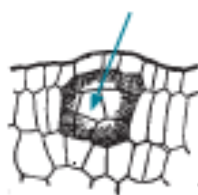
Секреторен паренхим е посебно ткиво специјализирано за создавање, складирање или излучување на различни материи како етерични масла, нектар, смоли, слуз или латекс. Клетките на секреторните ткива обично се поголеми, со густа цитоплазма, со добро развиен ендоплазматичен ретикулум и Голџи апарат. Овој тип на ткиво се наоѓа во специјализирани секреторни торбички под епидермисот, околу смолни канали или формира млечни цевки. Имаат улога во заштита на растението, но и за привлекување на опрашувачи. *Лизигени жлезди* се застапени во кората на цитрусните растенија, а *млечни цевки* формираат млечките, глумарчето, афионот и др. *Слузести клетки* има кај бамјата, а *смолни* се жлездите кај четинарите.



Млечни цевки



Лизигени жлезди во лист на пламен цвет излучуваат етерични масла кои се лесно запаливи



Смолни жлезди во лист од бор

Активност**Истражи различни паренхимски ткива**

Потребен материјал: компир, зрело јаболко и лист од фикус или друго растение, микроскоп, скалпел/жилет, пинцета, предметно и покривно стакло, вода.

1. Направи три водни препарати со многу тенки пресеци од компир, јаболко и лист.
2. Микроскопирај на мало и на големо зголемување.
3. Набљудувај клетки од компир во кои се складираат резерви на скроб, големи паренхимски клетки во месестиот дел од јаболко и хлоренхим во лист.
4. Нацртај ги различните типови на паренхимски клетки во тетратка и означи ги нивните основни карактеристики во градбата.
5. Спореди ја формата на клетките, количината/големината на интерцелулари, присуство на органели (леукопласти и хлоропласти) и сл.
6. Извади ги стакленцата од препаратите со пресек од компир и јаболко, отстрани дел од водата впивајќи ја со мека хартија и додај капка јоден раствор.
7. Следи ја реакцијата на јод со скроб за да утврдиш во кои паренхимски клетки се складираат шеќерите во вид на скробни зрна.
8. Дискутирај за функцијата: какви се разликите и што е заедничко за сите паренхимски клетки што ги набљудуваше, прецизирајќи ја поврзаноста на структурите со улогата на ткивото.

Во грутка од компир доминира резервен паренхим во кој се складира вишок на шеќери во вид на скробни зрна. Со капка јод, скробните зрна ќе се обојат сино-виолетово.

Паренхимот од месестиот дел на јаболкото има големи вакуоли со многу сок во кој се наоѓаат различни растворени шеќери (не и скроб), киселини, витамини и др., а во интерцелуларите има воздух. Скроб може да има во зелено јаболко, но во тек на зреење се раствора на помали глицидни молекули, па затоа во пресекот од зрело јаболко речиси и да нема обоен скроб.

Во листот јасно се набљудуваат два типа на асимилациски паренхим, хлоренхим богат со хлоропласти во вид на палисиден слој и сунѓересто ткиво посиромашно со хлоропласти.

Прашања за повторување

1. Кои се општите карактеристики на паренхимските клетки во зависност од функцијата?
2. Какво е асимилациското ткиво и каде е застапено?
3. Што претставува резервен паренхим, во кои органи на растението се среќава и како е поделен?
4. Кои паренхими се најбогати со интерцелулари и како се поврзува нивната градба со функцијата?
5. Кои растенија поседуваат апсорпциски паренхим, а кои спроводен?
6. Кои се карактеристиките на секреторниот паренхим и кај кои растенија е застапен?

Интересна биологија

- Паренхимот е „животната банка“ на растението! Дури и кога голем дел од стеблото или коренот на растението е оштетен, паренхимот може да ги „оживее“ и да формира нови органи на растението! Оспособен е да регенерира, така што од една паренхимска клетка теоретски може да се добие цело растение, а едно мало парче ткиво за неколку месеци може да даде неколку илјади генетски идентични растенија/клонови.

3.4 Механичко ткиво

Потсети се!

- По што се разликуваат стеблата на тревестите (пченка, пченица) и на градинарските растенија (домат, тиква) во споредба со стеблата на липа, даб, и цреша?
- Зошто некои стебла се исправени и цврсти, а други полеegnати или ползечки?

Механичко ткиво е ткиво изградено од клетки кои се карактеризираат со цврстина, обезбедувајќи на тој начин потпора и еластичност на растителните органи. Тоа е неопходно за одржувањето на обликот, но и функционирањето на организмот во целост. Колку растението е со повисок степен на организација, а со растот е поголемо и повисоко, толку е поголема потребата од цврстина и потпора на органите за спротивставување на разни надворешни влијанија. Стеблото на растението треба да е доволно цврсто, но во исто време и еластично за да не се скрши при силни ветрови или под тежината на снежната покривка.

За цврстината на органите во растението, освен механичкото ткиво, придонесува и притисокот на течноста врз клеточниот сид (тургорот) во живите клетки. Кога растението ќе остане без вода, тургорот се намалува и растението овенува. Механичките ткива обезбедуваат постојана цврстина и затоа се сметаат за „скелет“ на растителното тело. Така, со помош на механичкото ткиво, органите на растението го задржуваат обликот независно од тургорот кој е варијабилан. Во секој орган распоредот на механичките ткива е различен и специфичен.

Се разликуваат два типа на механичко ткиво: коленхим и склеренхим.

КОЛЕНХИМ

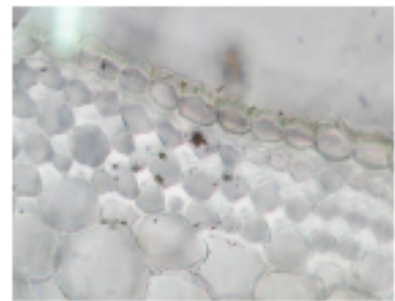
Коленхим претставува примарно механичко ткиво карактеристично за градба на стеблото и листовите, но може да се сретне и во други органи на растението. Има главно периферна позиција веднаш под епидермисот.

Изградено е од живи клетки каде што одредени делови на клеточните сидови се задебелени, а дел се незадебелени. Оваа карактеристика им овозможува еластичност и цврстина на младите органи и во исто време го обезбедува нивното нарастување. Незадебелените делови на клеточниот сид оптегнувајќи се го следат растот, а задебелените делови ја даваат механичката поддршка. Клетките се густо збиени, главно без меѓуклеточни простори, а поседуваат и хлоропласти поради што имаат двојна улога – потпорна и фотосинтетска.

Коленхимот се среќава во вид на поголеми или помали, непрекинати или испрекинати слоеви. Карактеристичен е главно за едногодишните дикотиледони растенија, но и за повеќегодишните (додека не се замени со секундарните ткива). Има способност да се дели, па затоа се смета за специјализирано паренхимско ткиво.

Во зависност од местото на задебелување на клеточниот сид разликуваме три типа на коленхим: плочест, аглест и лакунарен.

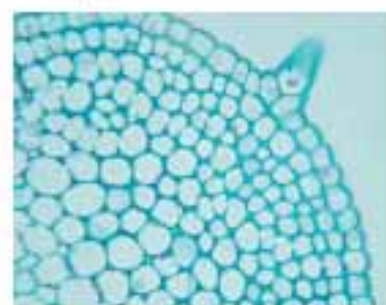
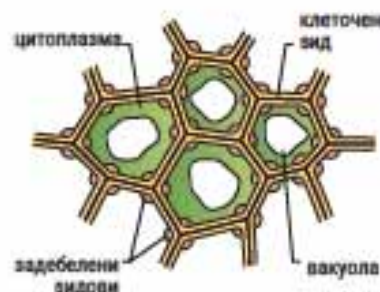
- **Плочест (ламеларен) коленхим** е изграден од издолжени клетки во паралелна насока со површината на органот. Се задебелуваат само подолгите (тангенцијални) клеточни



Плочест коленхим

видови додека пократките (радијални) остануваат незадебелени. Тангенцијалните видови од двете соседни низи формираат широка плоча помеѓу лумените на клетките, поради што го добил името плочест коленхим. Карактеристичен е за стеблото (млади гранчиња) на различни дикотиледони растенија како бозел, липа, круша, дуња и др.

- **Аглест коленхим** е изграден од клетки со полигонален (многоаголен) облик, при што задебелувањата се јавуваат локално на аглите од клетката. Аглестиот коленхим не дава голема цврстина и е карактеристичен за ползечкото стебло на тиквата, стебло од коноп, дршки од листови на бегонија и др.
- **Лакунарниот (ровжав) коленхим** има интерцелуларни (меѓуклеточни) простори. Локалните задебелувања се ориентирани токму кон овие интерцелулари – **лакуни**, па поради тоа се нарекува лакунарен. Поредок е во природата и се среќава кај некои главоцветни растенија (сончоглед, глугарче, пелин) и др.



Аглест коленхим – шематски приказ и напречен пресек на стебло виден под микроскоп

СКЛЕРЕНХИМ

Склеренхим претставува мртво ткиво кое се карактеризира со поголема цврстина. Се среќава во сите органи на растението и ја претставува главната „арматура“ на градбата.

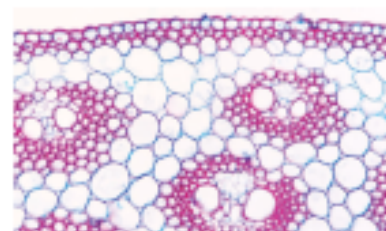
Клеточните видови на склеренхимските клетки се целосно задебелени, односно одрвенети. Тие се формираат во диференцирани органи и ги штитат од надворешни влијанија, свиткување и деформации. По потекло, склеренхимот може да биде примарен и секундарен. Затоа е присутен кај растенија со примарна и секундарна градба.

Склеренхимот се среќава во различни облици, но главно е поделен во две групи: склеренхимски влакна и склереиди.

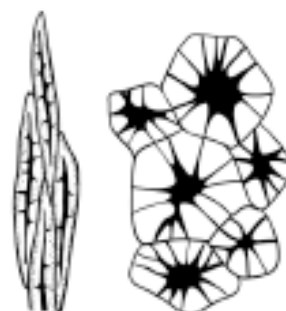
- **Склеренхимски влакна** се силно издолжени клетки како влакна со зашипени врвови. Имаат рамномерно задебелени клеточни видови и празен лумен кој понекогаш е многу мал. Клетките се густо поредени без меѓуклеточни простори и во кората формираат т.н. снопиња.



Шематски приказ на склеренхимски влакна на напречен и издолжен пресек



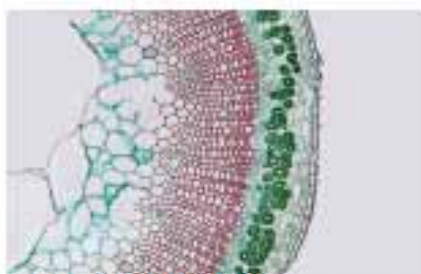
Напречен пресек на младо стебленце од пченка, со розово обоени склеренхимски влакна распоредени во кората и околу спроводните снопиња кои колективно придонесуваат за цврстината



Склеренхимски влакна и склереиди

Според местоположбата разликуваме екстрадрвесински (флоемски) и дрвесински (ксилемски) склеренхим.

- Екстрадрвесински (флоемски) влакна се склеренхимските влакна кои се наоѓаат во кората околу фломот. Овие влакна најчесто се групираат во поголеми групи клетки кои меѓусебно се цврсто поврзани. Поседуваат изразено задебелување на клеточните ѕидови, што ја подобрува цврстината, односно, заштитата на ткивата на растението. Групираните склеренхимски влакна во примарната градба на некои растенија како лен, коноп и рамија, се доста долги и се користат како текстилна сировина.
- Дрвесинските склеренхимски влакна секогаш се наоѓаат во близина на ксилемските спроводници – трахеи и трахеиди. Се нарекуваат и *дрвени влакна* кога се наоѓаат во секундарното дрво на коренот и стеблото. Имаат помало задебелување на ѕидовите и добро видлив празен лумен. Од трахеидите се разликуваат по типот на порите и функцијата. Дрвените влакна имаат прости пори и се типично механичко ткиво.



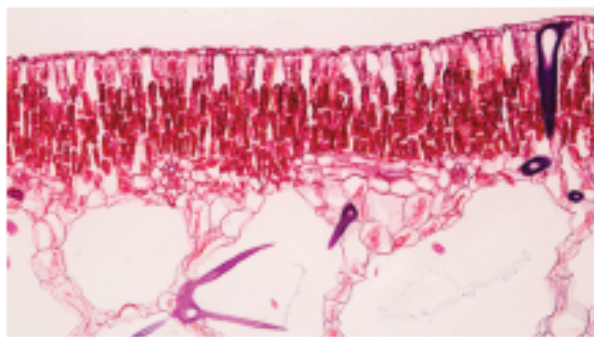
Склеренхимски влакна во примарна кора на стебло (зелено обоени)



Склеренхимски влакна во стебло (тирскино обоени)

Склерениди (камени клетки) се мртви клетки со силно задебелени ѕидови и изразени прости пори кои најчесто прават мрежно разгранување. Настануваат од примарните меристеми или од паренхимските клетки кога ѕидовите одрвенуваат, при што се губи живата содржина на клетката. Ги има во листови, плодови, кора и семиња. Претставуваат цврст „оклоп“ за семиња, костелки на праска, вишна, цреша, слива, лушпа на ореви, бадеми, лешници и др. Склеренидите во семињата обезбедуваат заштита од инфекции, инсекти, и механички повреди.

Склеренидите се среќаваат во различни форми како цилиндрични, ѕвездовидни или игличести. Во месестиот дел на плод од круша, мушмула и дуња има поединечни или групирани камени клетки со сфероидна форма.



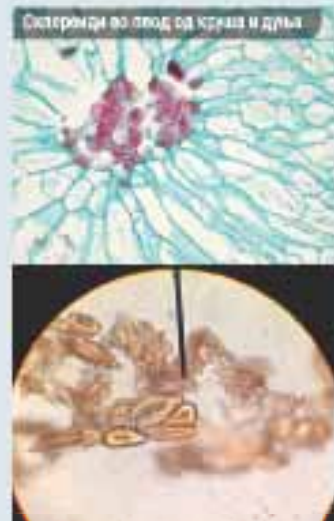
Различни форми на склерениди (обоени виолетово) во лист

Активност

Истражување на механичките ткива кај круша и дуња

Потребен материјал: младо стебло, лисни дршки и зрели плодови од круша и дуња, микроскоп, пинцета, предметно и покривно стакло, скалпел или жилет, боја основен фуксин, вода, впителна хартија.

1. Направи водени препарати со многу тенки пресеци од младо стебло, од основата на лисните дршки и од делот близу до семињата во зрелите плодови.
2. Микроскопирај на мало и на големо зголемување.
3. Набљудувај кое механичко ткиво го има под епидермисот во младото стебло и во основата на дршката. Направи скици или цртежи на кои ќе ги претставиш разликите во задебелувањата на клеточните ѕидови.
4. Провери дали во плод од круша и дуња има исто механичко ткиво.
5. Откако ќе го детектираш, обиди се да направиш обојување на следниот начин:
 - Извади го покривното стакло, впиј ја со хартија водата и стави поголема капка фуксин боја за да се прелие пресекот.
 - Остаи ја бојата да дејствува од 2 до 5 минути, а потоа впиј ја со хартија и измиј го со неколку капки вода.
 - Впиј ја водата и повторно стави чиста капка вода, покриј со стакленцето и набљудувај дали се обоило механичкото ткиво.
6. Дискутирај за заедничките елементи и разликите во градбата на механичките ткива кај дуњата и крушата.



Коленхимското ткиво е карактеристично за градбата на млади стебла и лисни дршки од круша и дуња. Нема разлики во изгледот, но може да постојат во број на слоеви.

Суштинска разлика имаат склереидите кои кај крушата се типични кратки сферондни камени клетки, а во плодот од дуња се различни по форма и поретки. По бојењето, клеточните ѕидови на склереидите ќе бидат розови до црвени (зависно од времетраење на бојењето).

Прашања за повторување

1. Која е основната улога на механичкото ткиво во зависност од типот и положбата?
2. Какви типови на коленхимско ткиво има и за кои органи се карактеристични?
3. Како се изградени коленхимските клетки и која е нивната двојна улога во растителниот организам?
4. Какво е значењето на склеренхимските влакна од аспект на местоположбата во растението?
5. Какви се по форма камените клетки и кај кои органи се почесто застапени?

Интересна биологија

- Склеренхим е најтврдото растително ткиво. Неговите клетки имаат повеќеслоен лигнин во ѕидовите што ги прави исклучително цврсти. Затоа склереидите се именуваат и како камени клетки. Некои видови имаат долги т.н. ликини влакна кои се групираат во снопчиња и формираат текстилни/технички влакна.
- Должината на едно влакно од јута (*Corchorus capsularis*) е 10-30 mm, а групирани во техничко влакно достигнува до 3 m исто како и силните флексибилни влакна од *Musa textilis*. Поединечните влакна на коноп (*Canabis sativa*) се 5-30 mm, а должината на техничките влакна 1-5 m. Најдолги поединечни склеренхимски влакна има ленот (*Linum usitatissimum*) и тропската палма рамија (*Boehmeria nivea*) до 55 cm.

3.5 Спроводно ткиво

Потсети се!

- Како се прима и пренесува водата низ растението?
- Продуктите на фотосинтезата се хранливи материи од кои има потреба целото растение вклучително и коренот. Како стигнуваат до него?

Спроводно ткиво (ксилем и флоем) е највисоко специјализирано растително ткиво приспособено за својата функција. Образувањето на овие ткива е тесно поврзано со приспособувањето на растенијата кон сувоземен начин на живот и обезбедување вода до оддалеченото фотосинтетско ткиво во листовите.

Ксилемот и флоемот можат да имаат примарно и секундарно потекло. Примарно потекнуваат од апикалниот меристем. Секундарните ксилемски и флоемски елементи се формираат со активноста на латералниот меристем – камбиум. Ксилемот и флоемот се разликуваат по својата структура и функција.

КСИЛЕМ

Ксилемот спроведува вода со растворени минерални материи. Покрај оваа примарна улога, тој во исто време обезбедува и потпора на растителниот организам, затоа што има задебелени и одрвенети клеточни ѕидови. Токму одрвенетите клеточни ѕидови овозможуваат проток на вода без отпор во празните лумени. Основни ксилемски елементи се **трахеиди** и **трахеи**.

- **Трахеиди** се издолжени клетки со вретеновидно зашипени краеве. Попречните ѕидови помеѓу две соседни вертикални трахеиди се косо поставени и перфорирани. Со тоа се зголемува допирната површина помеѓу соседните клетки и се овозможува непречен проток на вода. Трахеидите се еволутивно постари спроводни елементи, а кај папратите и голосемените растенија се единствени клетки кои спроведуваат вода.
- **Трахеите** се познати како ксилемски цевки. Изградени се од поединечни членчиња кои вертикално се надоврзуваат затоа што во текот на создавањето на цевките нивните попречни прегради исчезнале. Така, во нивната дефинитивна состојба тие се сосема празни цевки, пошироки од трахеидите.



Трахеиди, трахеи, паренхим на ксилем и дрвесински склеренхимски влакна на издолжен пресек

Покрај трахеи и трахеиди, во составот на ксилемот влегуваат и дрвесински (склеренхимски) влакна и паренхимски клетки кои се единствени живи клетки во ксилемот.

ФЛОЕМ

Флоемот спроведува органски материи и тоа јаглехидрати, аминокиселини, липиди, витамини, хормони и др. Овие материи се синтетизираат во зелените делови на растението, а потоа се пренесуваат до сите органи. Особено е интензивно движењето во насока на младите изданоци и местата за складирање на резервни материи во растението.

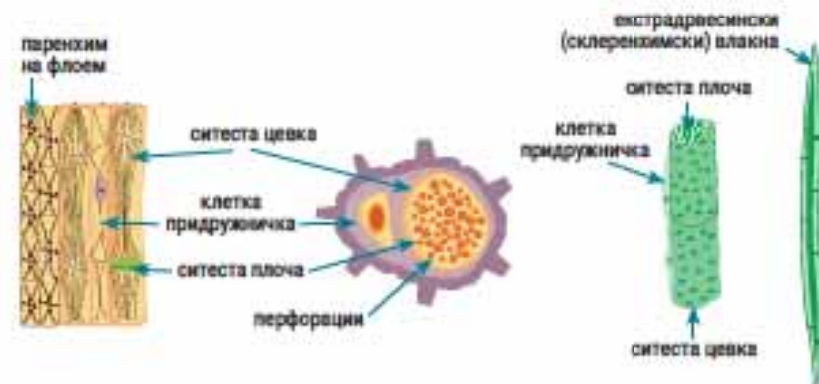
Фломот е изграден од три вида ткива: спроводно, механичко и паренхимско. Основните спроводни елементи се **ситести клетки** и **ситести цевки**, а останатите се придружни ткива во фломот.

Кај папратите и голосемените растенија, од спроводни елементи присутни се само ситести клетки, додека кај скриеносемените растенија преовладуваат ситести цевки. Ситестите клетки се живи, силно издолжени со зашипени врвови, со кои се надоврзуваат една на друга клетка. Ситестите цевки претставуваат вертикален низ на живи, издолжени клетки меѓусебно поврзани/преградени со ситестите плочи.

Клетките на ситести цевки и **клетките придружнички** настануваат со делба на една примарна (прокамбијална) или секундарна (камбијална) меристемска клетка. Притоа, со асиметрична делба на прокамбијалната клетка, од поголемата со диференцирање се формира клетка во состав на ситестите цевки, а од помалата се диференцира клетка придружничка. Со делба на камбијална клетка се добиваат две, од кои едната останува камбијална, а од другата се формира флоемска или ксилемска клетка.

Клетките на ситестите цевки претрпуваат повеќе структурни промени во текот на диференцирањето. Се губи јадрото, а цитоплазмата се меша со вакуоларната содржина по раскинувањето на тонопластот. Хоризонталните преградни ѕидови перфорираат и формираат т.н. **ситеста плоча** низ која се транспортираат материите. Клетките придружнички ја задржуваат целосно структурата на клетката, така што се препознатливи по густата цитоплазма и јадрото. Имаат метаболички функции поврзани со одржувањето на клетките на ситестите цевки.

Од механичкото ткиво, во фломот се застапени екстрадрвесински (склеренхимски) влакна, а присутен е и паренхим на флоем.



Шематски приказ на ситести цевки, клетки придружнички и екстрадрвесински склеренхимски влакна



Ксилемски цевки на напречен пресек видени под микроскоп

КОМБИНИРАНИ ТКИВНИ СИСТЕМИ - СПРОВОДНИ СНОПЧИЊА

Кај вишите растенија, спроводните елементи не се поединечни, туку се групираат со склеренхим и паренхим, формирајќи комбинирани ткивни системи наречени **спроводни снопчиња**. Кај некои спроводни снопчиња помеѓу фломот и ксилемот може да има камбиум, кој се нарекува **снопчест камбиум**. Тој вообичаено е присутен во т.н. отворени снопчиња, во кои се уште активно создава нови елементи во фломот и ксилемот. Во затворен тип на снопчиња тој отсутствува, односно целосно е потрошен при формирањето на елементите на снопчето.

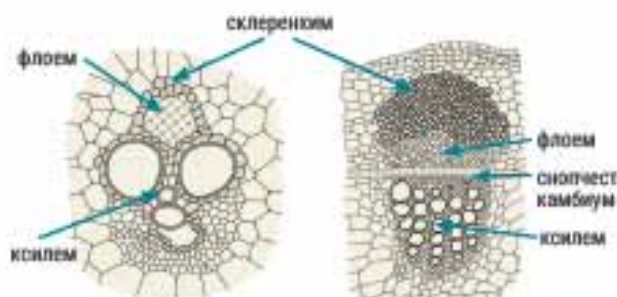
Склеренхимските влакна ги обиколуваат спроводните елементи заштитувајќи ги, но не се застапени во сите снопчиња подеднакво, а во некои комплетно отсутствуваат.

Според распоредот на спроводните елементи во рамките на комбинирани ткивни системи разликуваме: колатерални снопчиња, биколатерални снопчиња, концентрични снопчиња и радијални снопчиња.

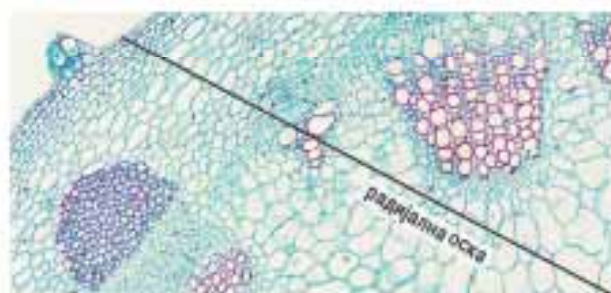
- **Колатерални** се снопчињата кај кои на една радијална оска се распоредени флоем и ксилем. Притоа, флоемот е ориентиран кон надвор, а ксилемот кон внатре. Тие се најчесто застапени-от вид снопчиња. Според присуство на снопчест камбиум разликуваме *отворени колатерални спроводни снопчиња* (карактеристични за стеблото и листовите на голосемени и дикотиледони растенија) и *затворени колатерални спроводни снопчиња* (без камбиум) кои се наоѓаат во стебло и лист на монокотиледони растенија.



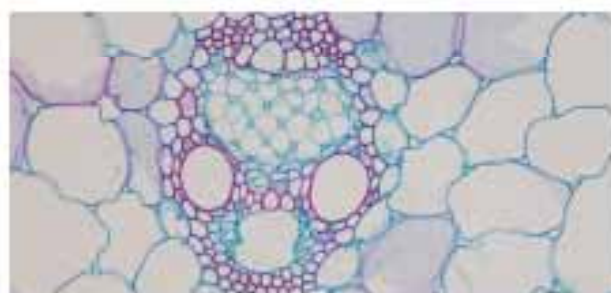
Шематски приказ на отворено и затворено колатерално спроводно снопче



Шематски приказ на затворено и отворено колатерално спроводно снопче на напречен пресек од стебло



Отворено колатерално спроводно снопче кај дикотиледон

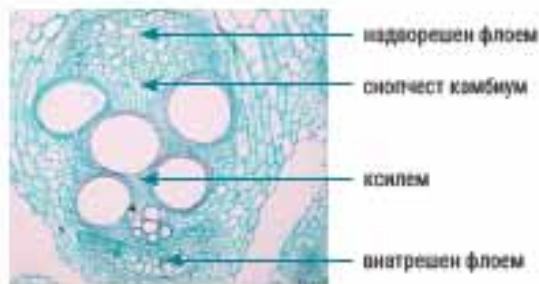


Затворено колатерално спроводно снопче кај монокотиледон

- **Биколатерално спроводно снопче** има два флоема (надворешен и внатрешен) и еден ксилем. Помеѓу надворешниот флоем и ксилемот има снопчест камбиум поради што овој тип снопче е отворено. Околу него отсуствува склеренхимско ткиво, а за царстината придонесуваат



Шематски приказ на биколатерално (отворено) спроводно снопче



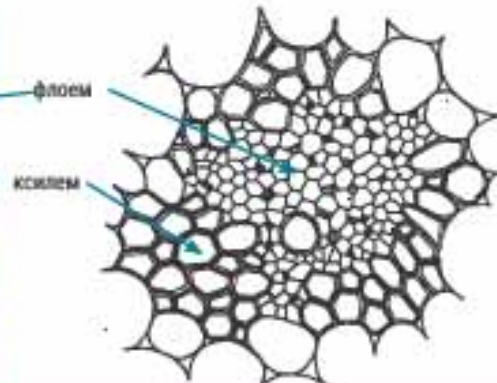
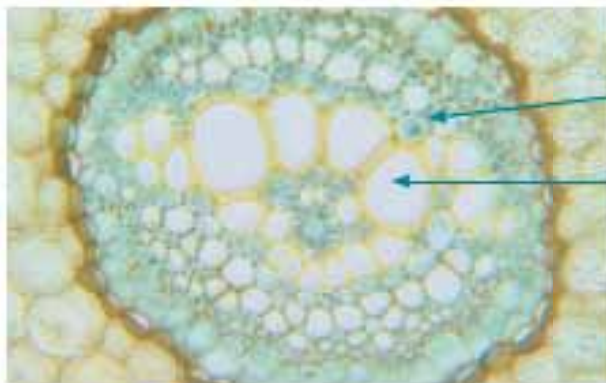
Биколатерално спроводно снопче кај стебло од тиква на напречен пресек

ксилемските спроводни елементи трахеи и трахеиди. Ова снопоче е карактеристично за стеблото на тиква.

- **Концентрични спроводни снопочиња** имаат кружен распоред на флоем и ксилем. Кај папратите, централно е поставен ксилемот, а околу него се наоѓа флоемот, додека кај ризомите на момината солза, поставеноста е обратна.

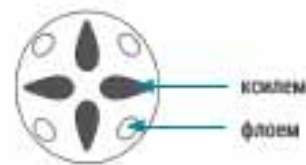


Шематски приказ на концентрични спроводни снопочиња

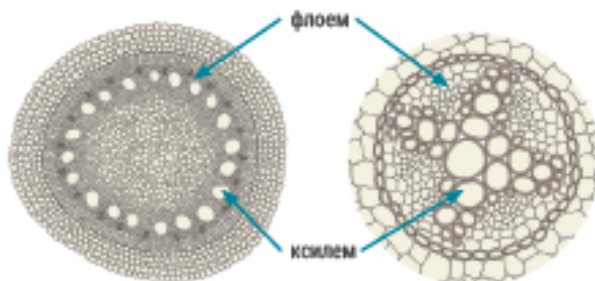


Концентрични спроводни снопочиња – лево кај папрат, десно кај момина солза

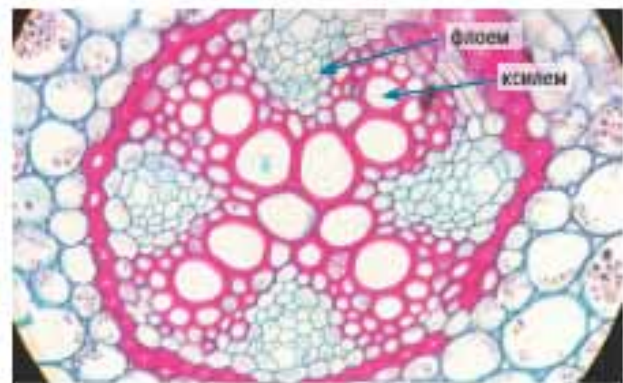
- **Радијален тип на спроводно снопоче** е карактеристично за коренот и претставува негов централен цилиндер. Флоемот и ксилемот наизменично се сменуваат по должина на поголем број радиуси кај монокотиледоните растенија, или помал број радиуси кај дикотиледоните растенија.



Шематски приказ на радијално спроводно снопоче



Шематски приказ на радијални спроводни снопочиња кај монокотиледоно и дикотиледоно растение на напречен пресек



Напречен пресек на радијално спроводно снопоче кај корен од лутиче

Активност

Истражување на разлики во градба на комбинирани ткивни системи

Потребен материјал: младо стебло од пченка, лутиче и тиква, микроскоп, пинцета, предметно и покривно стакло, скалпел или жилет, вода.

1. Направи три водни препарати со многу тенки пресеци од стебло на пченка, лутиче и тиква.
2. Микроскопирај на мало и на големо зголемување и набљудувај каде се наоѓа ксилемот и флоемот во овие стебла.
3. Направи скици или цртежи за количината на флоемските и ксилемските спроводни елементи.
4. Провери дали освен овие спроводни ткива, во рамките на снопочињата има и други ткива што не се спроводни.
5. Дискутирај за заедничките елементи и разликите во градбата на спроводните ткива и нивните комбинации во овие стебла.

Комбинираните ткивни системи се различни кај анализираниите растенија. Ќе ги согледате основните разлики: типот на спроводното снопоче, количината на спроводните елементи (два флоема во снопочињата кај тиквата и по еден во останатите), присуство на камбиум (го има во отворените и биколатералните снопочиња, но не и во затворените), присуство на склеренхим (во отворено и затворено снопоче, но не и кај биколатералното).

Прашања за повторување

1. Кои промени во текот на диференцирањето на флоемот и ксилемот придонесуваат за нивните функции како спроводни елементи?
2. Во која насока се движат материите кои се пренесуваат во ксилем и флоем и образложи зошто е тоа така?
3. Како е изграден ксилемот и кои се неговите придружни елементи во рамките на спроводните снопочиња?
4. Од што е изграден флоемот, каква улога има и како се формира?
5. Која е основната разлика помеѓу отворени и затворени спроводни снопочиња и какво значење има?

Интересна биологија

- Ксилемските елементи трахеи и трахеиди со диференцирање стануваат мртви клетки специјализирани за пренесување на вода. Ако водата значи живот за растението, тогаш тоа е посебен феномен во природата, мртви клетки да го овозможуваат животот и опстанокот на еден организам. Речиси 90 % од дрвото е мртов ксилем и секоја година се создава нов слој (год). Низ цевките на функционалниот дел од дрвесината може да се пренесе вода нагоре со брзина до 45 m/h. Кај тополите и други високи дрвја, благодарение на транспирацијата во листовите, водата со огромна брзина се искачува до највисоките делови и до сите листови. Водата се движи во непрекинат воден столб, користејќи ги нејзините адхезивни и кохезивни својства.

3.6 Растителни органи. Морфологија и модификации на корен

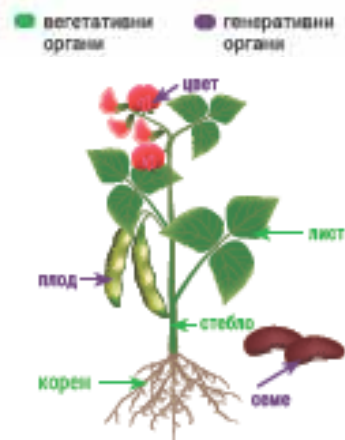
Потсети се!

- Од кои органи се изградени растенијата и како се групирани органите?
- Како е изграден кореновиот апикален меристем и кои производни зони ги создава?
- Од кои производни зони се формираат диференцираните ткива во примарната градба на коренот?
- Што се случува со активирањето на секундарните, латерални меристеми во коренот?

Растенијата се сложени живи организми чиј опстанок зависи од добро развиени органи со различни функции. За растот, развојот и одржувањето на животот кај растенијата важна улога имаат **вегетативните органи**. Тие овозможуваат растението да апсорбира вода и минерални материи, да создава храна и да се одржува во живот. Преку вегетативните органи растението расте, се развива и се приспособува на условите на средината. **Генеративните органи** служат за размножување, продолжување на растителниот вид и негово ширење во природата.

Кај цветните растенија, вегетативни органи се коренот, стеблото и листот, а генеративни органи се цветот, плодот и семето.

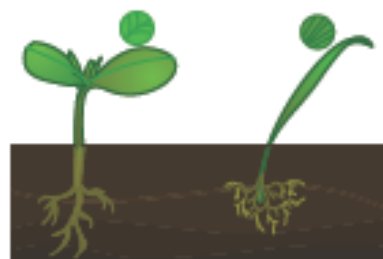
Растенијата својот развој го започнуваат од ембрионот кој се наоѓа во семето. При поволни услови здравото и зрело семе се развива во нукулец кој со раст и развој формира возрасен растителен организам, карактеристичен за видот. Во зависност од бројот на ливчињата на ембрионот, разликуваме две групи на цветни растенија: **дикотиледони** (со два котиледона) и **монокотиледони растенија** (со еден котиледон). Дикотиледоните и монокотиледоните растенија се разликуваат во градбата на вегетативните и генеративните органи.



Вегетативни и генеративни органи кај цветни растенија

	семе	корен	спроводни снопови во стебло	лист	цвет
МОНОКОТИЛЕДОНИ	 еден котиледон	 жиласт	 расфрскан	 паралелна артеријатура	 трочиски
ДИКОТИЛЕДОНИ	 два котиледона	 осен	 во вод на прстен	 мрежаста артеријатура	 петчоски

Разлики во вегетативни и генеративни органи кај дикотиледони и монокотиледони растенија



Дикотиледоно и монокотиледоно растение

KOPEN

Коренот е еден од основните вегетативни органи кај растенијата и има важна улога за нивниот опстанок. Со коренот растението се прицврстува во почвата и ги обезбедува потребната вода и минерални материи. Коренот најчесто се развива под земја и е прв орган што се појавува при 'ртење на семето. Може да се формира и како адвентивен (додатен) корен од други делови на растението. Освен апсорптивна, коренот има и потпорна и складишна функција. Во него може да се врши синтеза на многу органски материи, но најчесто тоа се резервните материи кои се складираат во коренот. Некои растенија вегетативно се размножуваат со помош на коренот. Коренот може да влезе во симбиоза со некои габи и азотофиксаторни бактерии во почвата. Без добро развиен коренов систем, растението не би можело нормално да расте и да се развива.

Морфологија и градба на корен

Коренот се развил еволутивно подоцна од изданокот, а се карактеризира со едноставна градба настаната со адаптација на животот на копно. Претставува орган на растението кој расте надолу, односно позитивно геотропно, а ретко може да се развие и над почвата.

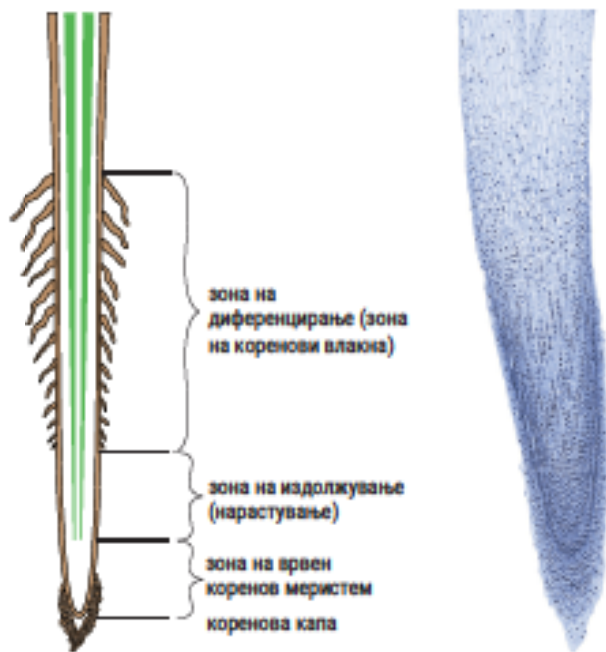
Коренот што се развива од ембрионалното коренче при никнење на семето се нарекува **главен корен**. При растот и развојот на главниот корен се појавуваат разгранувања, односно **странични коренчиња**. Тие потекнуваат од перициклот (примарен страничен меристем во корен) и претставуваат корења од прв ред. Од нив се развиваат корења од втор ред, на нив пак се формираат корења од трет ред итн. На тој начин се формира мрежа на **коренов систем** во која се вклучени сите коренчиња. Според морфологијата на кореновиот систем, се разликуваат два типа на корени – **осен** (вретенест) и **жилест** (брадест) корен.

Кога ембрионалниот корен прераснува во главен корен кој морфолошки доминира во споредба со останатите коренчиња во кореновиот систем, тогаш тој е **осен корен**. Добро оформен главен осен корен имаат различни градинарски и диворастечки дикотиледони растенија (домат, пиперка, грав, детелина, глугарче и др.).

Кога главниот корен не се развива и во кореновиот систем се појавуваат т.н. **додатни** (адвентивни) корења кои потекнуваат од останатите вегетативни органи на растението, тогаш се формира **жилест** тип на корен. Кај овие коренчиња не се забележува поголема разлика во развиеноста и задебелувањето поради што сите додатни коренчиња во системот се приближно еднакви. Карактеристичен жилест корен имаат житните и тревестите монокотиледони растенија.

Надолжно, во градбата на коренот се разликуваат следните зони:

1. **Зона на врвен коренов меристем** беше објаснета во рамки на меристемски ткива. Поради присуството на иницијални и производни клетки кои со делбите го овозможуваат растот на коренот во должина, се нарекува и **зона на делење**. Една од основните карактеристики во градбата на коренот е



Градба на корен на надолжен пресек-схематски приказ на зони (лево) и виден на микроскоп (десно)

присуството на **кореновата капа** која е само една од адаптациите што го штити коренот при неговиот раст во почвата.

2. **Зона на издолжување (нарастување)** се наоѓа во продолжение на кореновиот врв, а е претставена со клетки кои растат издолжувајќи се. Во оваа зона клетките сè уште не се специјализирани за одредена функција.

3. **Зона на диференцирање** или **зона на коренови влакна** всушност претставува апсорпциски дел на коренот. Изградена е од диференцирани клетки, па затоа тој дел се користи за проучување на примарната градба на коренот.

Примарна градба на корен

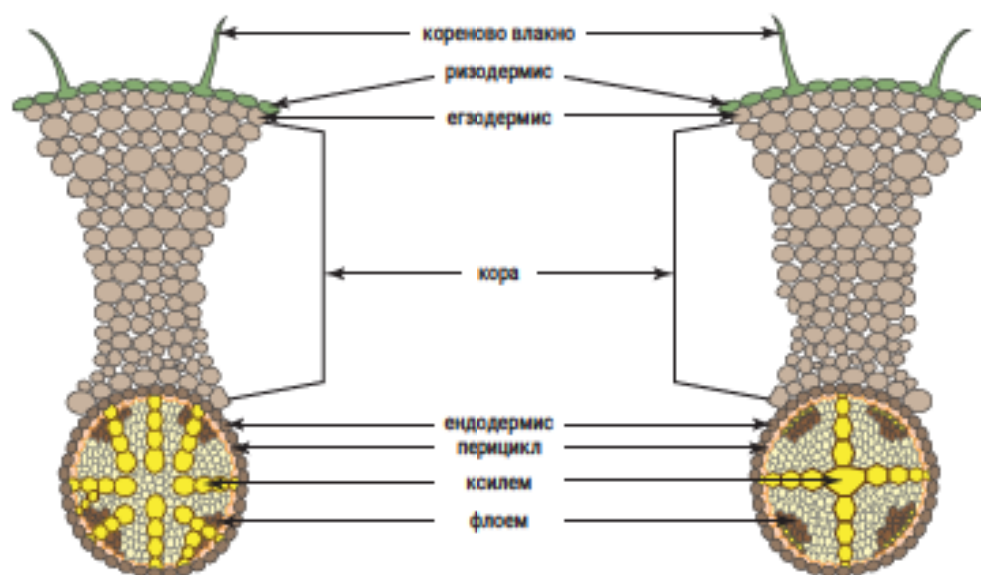
Во рамките на примарната градба на коренот се препознаваат надворешни и внатрешни ткива. За надворешни ткива се сметаат ризодермис и примарна кора, а за внатрешни ткивата на централен цилиндар.

Ризодермис е живо површинско, заштитно ткиво што се карактеризира со развој на коренови влакна со тенки клеточни ѕидови. Таквата градба е тесно поврзана со функцијата на кореновите влакна во апсорпцијата на вода и растворени минерални материји од почвата.

Под ризодермисот се наоѓа **примарната кора** која започнува со надворешна обвивка или **егзодермис**. Изграден е од еден или повеќе слоеви кои по изумирањето на ризодермисот ја преземаат заштитната улога. Под него се наоѓа подебел слој **паренхим** на кора кој може да биде резервен или аеренхим. Кората завршува со еднослојна внатрешна обвивка наречена **ендодермис** – важен слој изграден од специфични живи клетки кои се селективни за внес на одредени материји.



Ризодермис со коренови влакна



Примарна градба на корен кај монокотиледно и дикотиледно растение

Внатрешните ткива на **централниот цилиндар** започнуваат со еднореден **перицикл** – одговорен за формирањето на страничните корења и секундарните, латерални меристеми. Под него се наоѓаат спроводните садови на **радијално спроводно снопче**.

Постои видлива разлика во примарната градба на коренот (особено во централниот цилиндар) кај монокотиледони и дикотиледони растенија. Кај дикотиледоните растенија, радијалните снопчиња се изградени од помал број ксилеми и флоеми (најчесто 4) при што ксилемските елементи доминираат и започнуваат од средишниот дел сè до перициклот. Кај монокотиледоните растенија, бројот на ксилеми и флоеми е поголем при што тие не започнуваат од центарот на снопчето.

Секундарна градба на корен

Корените на дикотиледоните и голосемените видови можат секундарно да задебелат. Секундарната градба се јавува како резултат на активноста на секундарните меристеми – фелоген и камбиум. На површината на коренот фелогенот формира **перидерм** кој го заменува ризодермисот. Во внатрешниот дел на коренот, камбиумот кон површината создава **флоем**, а кон внатрешноста **ксилем**. Постепено доаѓа до одрвенување на старите корени. На овој начин примарната градба на коренот се заменува со секундарна.

Видоизменети корени

Кај коренот се среќаваат различни видоизменувања (метаморфози, модификации), како репка, грутка, корени за дишење, прикрепувачки, потпорни, кокилни и воздушни корени.



Метаморфози на корен кај ретквица, целер, репа, цвекло, сладој компир, морков

Репка се формира со задебелување на главниот корен кај растенијата што складираат резервни шеќери (скроб, инулин и др.) во месести корени. Такви се морковот и магносот (со издолжена форма), но и шеќерната репка, ретквицата, цвеклото и др.

Грутка е посебен тип на метаморфоза на корен карактеристична за салеповите растенија, георгините, некои видови слатки батати, сочни корени и др. Во нив најчесто се складираат резервни шеќери и слузести материи, како на пример кај салеповите грутки кои се користат за добивање салеп. Се разликуваат од стеблените грутки (компири, кртоли) по тоа што не поседуваат пупки (окца). Георгините и бататите можат вегетативно да се размножуваат.

Корени за дишење се развиваат кај тропски растенија кои растат на мочуришта каде што во текот на годината стагнира вода (мангрови дрвја). Овие корени растат негативно геотропно, се издигнуваат над водата и обезбедуваат кислород. Во кората има аеренхим во кој се задржува или циркулира воздух.

Прикрепувачки корени се карактеристични за бршленот. Му помагаат да се прикрпи за некоја жива или нежива подлога, развивајќи се вертикално или хоризонтално.



Метаморфозирани корени за дишење



Метаморфозирани прикрепувачки корени кај бршлен



Потпорни корени му даваат стабилност на растението и најчесто кај повеќегодишните тропски растенија наликуваат на стебла. Тука спаѓаат и т.н. кокилни корени кои се поставуваат косо во однос на стеблото.

Воздушни корени се развиваат надземно кај некои орхидеи за да можат да се прицврстат за одредена подлога. Покриени се со специфично ткиво, со кое впираат влага од воздухот. На тој начин коренот, а и самото растение се штити од сушење.



Воздушни корени кај дива орхидеја



Потпорни и кокилни корени

Активност

Проучување градба на корен кај монокотиледони и дикотиледони растенија

Потребен материјал: коренчиња од монокотиледоно (пченка) и дикотиледоно растение (лутиче, пиперка или домат), микроскоп, пинцета, предметно и покривно стакло, скалпел или жилет, вода, 1-2 % кисел орцеин.

1. Откини од најмалите коренчиња од предложените растенија и направи водни препарати на тој начин што ќе го притиснеш внимателно коренчето со покривното стакло за да се распредели материјалот во една рамнина. Дополнително стави капка боја и остави да се бои за време од 3 минути.
2. Микроскопирај на мало и на големо зголемување. Набљудувај ја градбата на коренот кај двете растенија и согледај ги разликите.
3. Направи водни препарати од тенки напречни пресеци на добро развиени делови од коренот.
4. Направи скици или цртежи за распоредот, типот и бројот на спроводните снопочиња.
5. Провери дали во нив има снопочест камбиум.
6. Дискутирај за заедничките елементи и разликите во градбата на овие корени.

Анализата на монокотиледоните и дикотиледоните растенија ќе овозможи визуелно препознавање на разликите во градбата на корен надолжно и на напречен пресек. Надолжно ќе се забележи сраснат коренов врв со кореновата капа кај дикотиледоно растение, а кај монокотиледоно се забележува јасна граница помеѓу двата дела. Напречниот пресек овозможува потврда на разликите во градбата на централниот цилиндар на коренот помеѓу анализираните растенија.

Прашања за повторување

1. Кои се карактеристиките на монокотиледоните и дикотиледоните растенија во однос на градбата на ембрионот и коренот кај возрастено растение?
2. Каде и како се формираат корени од прв, втор и трет ред во кореновиот систем?
3. Поврзи ги основните функции на коренот со соодветните метаморфози.
4. Кои зони се карактеристични за коренот и зошто се значајни?
5. Објасни ја примарната и секундарната градба на коренот.

Интересна биологија

- Коренот од ѓумбир, куркума, валеријана и многу други видови, имаат широка примена поради лековитите својства и благоприятното дејство во организмот. Но, еден од најлековитите корени е женшен (*Рaпах ginseng*), кој се користи во традиционалната медицина со илјадници години наназад. Го зајакнува имунитетот и ја зголемува енергијата, а името *рапах* означува „лек за сè“.



3.7 Морфологија и модификации на стебло

Потсети се!

- На кој начин се формираат диференцираните ткива во примарната градба на стеблото?
- Како се формираат новите странични вегетативни конуси кај стеблото?
- Што се случува со активирањето на фелогенот и камбиумот во стеблото?

Стеблото е осков вегетативен орган чија основна функција е потпорна (обезбедува цврстина на растението), но и спроводна (низ него се спроведува водата и растворените минерални материји од коренот до листовите, а во обратна насока продуктите на фотосинтезата). Стеблото, разгранувајќи се, ги распоредува листовите за да обезбеди нивна најповолна осветленост. Освен листовите ги носи цветовите и плодовите, може да служи за складирање на резервни материји и за вегетативно размножување. Изградено е од нодии (јазли) – местата од кои излегуваат листови и пупки и интернодии (членчиња) кои се делови помеѓу две соседни нодии.

Според обликот, стеблата најчесто се цилиндрични, аглести, сплескани или ребрести, а според насоката на растење најчесто се исправни, полегнати, ползечки или увиткани.

Стеблото заедно со листовите и пупките е дел од изданокот. Неразгрането стебло со листови и пупки, кое се развива во текот на една вегетација се нарекува *изданок*. Од пупките се развиваат нови гранки, а од цветните пупки се развиваат цветови. Кај едногодишните растенија целото растение претставува изданок кој се развива од ембрионалната пупка. Кај многугодишните растенија, секоја година од пупките се развиваат нови, млади изданoci.

Пупка е неразвиен изданок кој содржи врвно меристемско ткиво, зачетоци на листови во чии пазуви има зачетоци на странични (пазувни) пупки и покривни (заштитни тврди) луспи. Пупките се поделени според:

1. Местоположбата:

- **врвни пупки** – се наоѓаат на врвот и овозможуваат раст во висина
- **пазувни пупки** – се наоѓаат во пазувите на листовите

2. Функцијата:

- вегетативни пупки – од кои се развиваат стебло или лист
- генеративни (цветни) пупки – од кои се развива цвет или соцветие
- мешани пупки – од кои се развиваат листови и цветови



Стебло со нодии и интернодии



Полегнато стебло кај лубеница



Увитено стебло на хоја

3. Обвивка:

- покриени пупки – со заштитни тврди луспи
- голи пупки – без заштитни луспи.

Пупките имаат клучна улога во растот и разгранувањето на стеблото.

ВИДОВИ СТЕБЛА

Според должината на живеење разликуваме едногодишни и повеќегодишни стебла, а според градбата – тревести (зелјести) и дрвенести. Тревестите почесто се едногодишни, а животниот циклус го завршуваат по цветањето и образувањето на плод и семе. Нивното стебло е зелено, тенко и најчесто не одрвенува, како кај многу градинарски, житни, индустриски и диворастечки растенија.

Повеќегодишни се стеблата на дрвјата, грмушките и полугрмушките кои имаат различен животен век (десетици години до неколку векови). Дрвјата развиваат едно главно стебло (тенко или масивно) кое прави повеќекратни разгранувања. Најмладите гранки на дрвото се изданоци кои носат листови и пупки (пример: даб, јавор, липа, костен и др.). Грмушките немаат главно стебло и се разгрануваат веднаш над почвата. Вообичаено не достигнуваат голема висина (до 3 метри), а карактеристични се за капината, розите, јоргованот и др. Полугрмушките се со зелени надземни делови кои се менуваат секоја година, а долниот дел е одрвенет и повеќегодишен. Вообичаено имаат низок раст, како кај рузмарин, мајчина душичка, лаванда и др.

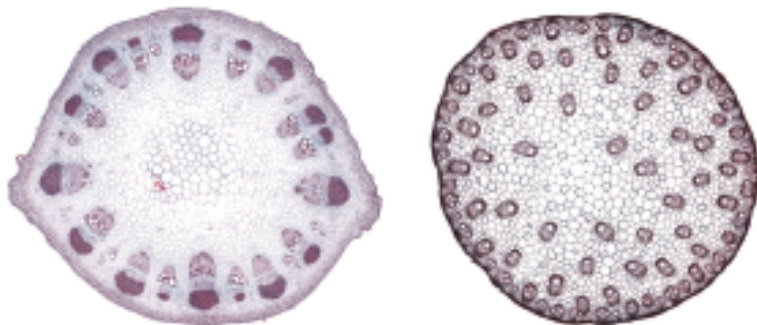
ПРИМАРНА ГРАДБА НА СТЕБЛО

Примарната градба на стеблото се разликува кај дикотиледоните и монокотиледоните растенија.

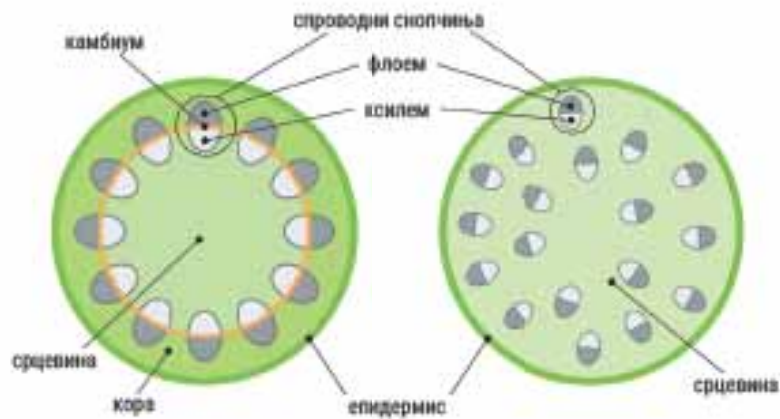
Кај дикотиледоните растенија, во надворешни ткива спаѓаат епидермис и примарна кора, а во внатрешни ткива – централен цилиндар. Под епидермисот, примарната кора најчесто започнува со *механичко ткиво* – плочест или аглест коленихим, а потоа следува *паренхим на кора*. Последниот слој на кората е еднослоен *ендодермис* којшто е изграден од живи клетки во кои често се складира скроб.

Централниот цилиндар ги опфаќа кружно распоредените *спроводни снопчиња*, најчесто отворени колатерални или биколатерални, вклопени во *паренхимско ткиво*. Камбиумот во стебло од тиква е во рамките на снопчињата, а во некои стебла се поврзува и прави *камбијален прстен*. Во одредени стебла, фломот и ксилемот се густо поставени и не се разликува снопчеста градба. Централниот дел е *срцевина на стеблото* која често преку *зраци на срцевината* се поврзува со периферните ткива од кората. Кај некои стебла, паренхимот во срцевината одрвенува, а кај други се губи и има централна округла или ѕвездовидна празнина.

Во примарната градба кај монокотиледоните растенија (пример, пченка) не се разликуваат јасни граници на кората и централниот цилиндар. Целото стебло е компактно исполнето со *паренхимски клетки* кои под епидермисот се помали, но фотосинтетски активни во зеленото стебло. *Спроводни колатерални, затворени снопчиња* се распоредени дифузно, без ред.



Примарна градба на стебло кај дикотиледон (лутиче) и кај монокотиледон (пченка) на напречен пресек видена под микроскоп



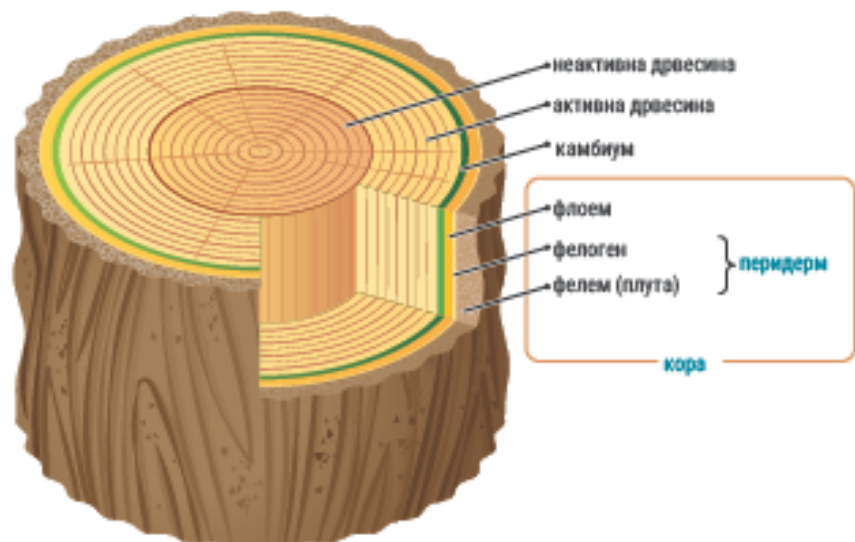
Шематски приказ на граѓа на стебло кај дикотиледно и монокотиледно растение на напречен пресек

СЕКУНДАРНА ГРАДБА НА СТЕВЛО

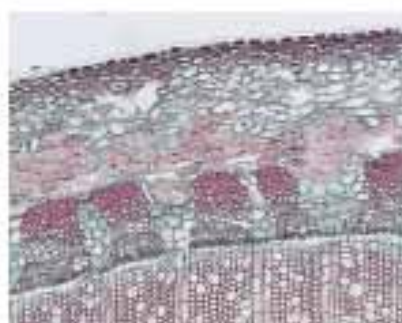
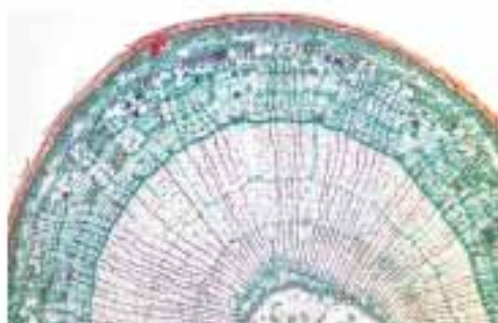
Секундарната граѓа настанува со активирање на фелогенот во периферниот дел и камбиумот во подлабоките слоеви на кората. По формирањето на фелоген, епидермисот се отстранува и се заменува со *перидерм*. Кај постарите стебла, перидермот се заменува со терциерно кожно ткиво (мртва кора).

Камбиумот кон надворешноста создава секундарна кора со флорем, а кон внатрешноста во стеблото се формира секундарно дрво изградено од ксилем. Во пролет, камбиумот создава повеќе трахеи отколку трахеиди поради природните потреби на растението за вода при создавање на лисна маса и продукција на органски материи. Затоа лумените на трахеите се пошироки за разлика од есенските. Поради таквата граѓа секогаш се забележува јасна граница помеѓу секоја годишна активност на камбиумот. Така, сезонскиот прираст се забележува во вид на слоеви кои се нарекуваат **годови (годишни прстени)**. Секој год започнува со пролетна и постапно завршува со есенска дрвесина. Камбиумот се задржува на границата помеѓу дрвесината и кората. Прирастот секогаш е поинтензивен во дрвесината отколку во кората, па така расте дрвото во дебелина. Поголемиот дел од стеблото е секундарно дрво и многу мал дел е секундарна кора. Притоа, активни се секогаш ксилемските елементи во најмладите слоеви на дрвесината. Кон средишниот дел на стеблото се наоѓа неактивен дел од ксилемот кој има потемна боја.

Секундарната граѓа е различна кај скриеносемените и голосемените растенија, иако настанува на ист начин со активноста на страничните меристеми – фелоген и камбиум.



Активен и неактивен дел од дрвесината



секундарна кора
камбиум
секундарно дрво

Напречен пресек на стебло со секундарна градба кај скрменосемено растение

МЕТАМОРФОЗИ НА СТЕБЛО

Под дејство на надворешни фактори доаѓа до видоизменување на стеблата како резултат на приспособување на средината и преживувањето.

Ризоми се подземни хоризонтални растечки стебла во кои се складираат резервни материи. Имаат пупки од кои можат да се развијат нови надземни изданоци и корени. Може да се задебелени или тенки т.н. кореништа. Служат за вегетативно размножување и ширење на растението. Типични ризоми имаат перуниката, ѓумбирот, куркумата, аспарагусот, момината солза и др.

Столони се хоризонтално растечки, почесто надземни видоизменети стебла, на чиј крај може да се развијат нови растенија. Имаат пупки кои даваат нови изданоци, а лесно се вкоренуваат, поради што служат за вегетативно размножување. За разлика од ризомите, во столоните не се складираат резервни материи, па затоа почесто се тенки видоизменети стебла. Се среќаваат кај јагодите и тревестите растенија.

Кртоли (стеблени грутки) се развиваат најчесто на крајот од столоните. На површината на кртолите се наоѓаат пупки од кои може да се развие изданок и адвентивни корени. Тоа е доказ дека потекнуваат од стебло. Служат за складирање на резервни материи и вегетативно размножување. Најпознати се кртолите на компирот и артичката.

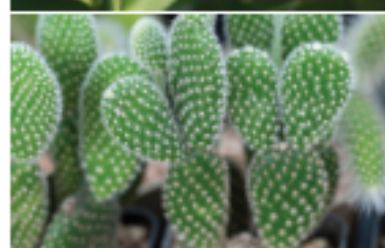
Луковици се честа метаморфоза на стебло кај кромид, крин и други монокотиледони растенија. Изградени се од голем број лушпести листови во кои се складираат резервни материи. На дното на луковичата се наоѓа скусеното стебло од кое се формираат адвентивните коренчиња на луковичата.

Трн е метаморфоза на стебло, при што изданоците целосно се видоизменуваат во единечни или разгранети трња. Тие се остри, скусени и без листови. Карактеристични се за некои дикотиледони како грмотрн, гледичија, глог и др.

Филокладии и **кладодии** се видоизменети стебла во форма на сплескани листовидни творби. Кај рускус тие се крути, цврсти и кожести, со остар врв. Зелени се и фотосинтетски активни. Цветовите и плодовите се сместени директно на листовидните филокладии. Кладодиите се како сплескани месести творби што наликуваат на листови кај кактусите.



Метаморфоза трн кај грмотрн



Филокладии кај рускус и
кладодии кај кактус

Активност**Проучување на градба на стебло кај дикотиледоно и монокотиледоно растение**

Потребен материјал: млади стебла од пченка, тиква и младо гранче од бозел, микроскоп, пинцета, предметно и покривно стакло, скалпел или жилет, вода.

1. Направи два водени препарати со многу тенки пресеци од пченка и тиква.
2. Микроскопирај на мало и на големо зголемување. Набљудувај ја градбата на стеблото кај двете растенија и согледај ги разликите.
3. Направи скици или цртежи за распоредот, типот и бројот на спроводните снопиња.
4. Провери дали во нив има снопочест камбиум.
5. Дискутирај за заедничките елементи и разликите во градбата на овие стебла.

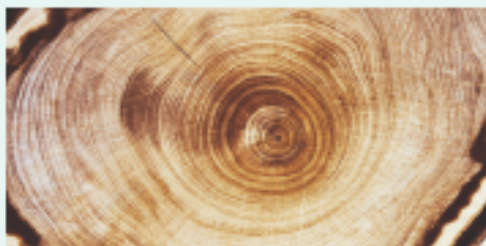
Анализата на стеблата на монокотиледоните и дикотиледоните растенија ќе овозможи прецизно и детално изучување на клеточната и ткивната градба на стеблото кај овие растенија. Присуството на снопињата и нивниот состав ќе придонесе за разбирање на типот на стеблата, исправено и ползечко. Гранчето од бозел (дикотиледоно растение) има секундарна градба на стебло.

Прашања за повторување

1. Опиши ја градбата и функцијата на стеблото и пазувните пупки.
2. Како се поделени стеблата во однос на морфологијата и должината на живот?
3. Кои се разликите во примарната градба на стеблото кај дикотиледоните и монокотиледоните растенија?
4. Кај кои растенија се јавува секундарната градба на стеблото и на кој начин настанува?
5. Опиши ги најчестите метаморфози на стебло од аспект на нивната приспособеност кон условите во животната средина.

Интересна биологија

- Дендрохронологијата се занимава со научно испитување на годовите во дрвото. Сите знаеме за староста на дрвото според бројот на неговите години. Но, годовите даваат и многу други информации поврзани со различни настани кои го погодиле дрвото. Така, пожарите оставаат темни траги и многу неправилни години околу оштетениот дел, при суша годовите се многу тесни и слабо развиени, мраз и ниски температури прават пукнатини или оштетени клетки во рамките на годовите, болести и паразити придонесуваат за неправилен раст, задебелувања или празнини во годовите. Различни механички оштетувања, поплави или навалувања и обиди за исправување на стеблото исто така можат да бидат запишани, а научниците успешно ги исчитуваат тие записи.



3.8 Морфологија и модификации на лист

Потсети се!

- Што претставуваат зачетоци на листови и од што се формираат?
- Што е карактеристично за епидермисот како покривно ткиво на површината на листовите?
- Која е основната функција на асимилациското ткиво и во какви облици е застапено?

МОРФОЛОГИЈА И ФУНКЦИЈА

Листот е еден од главните вегетативни органи кај растението и има клучна улога во неговиот живот. Тој е основното место каде што се одвива фотосинтезата – процес во кој со помош на светлосната енергија се создаваат органски материи од јаглерод диоксид и вода. Покрај тоа, листот учествува во размената на гасовите и транспирацијата со што се регулира водниот баланс и температурата на растението.

Според потеклото, листот е дел од изданокот и се формира со активноста на врвниот стеблен меристем. Прво се појавува зачеток на лист кој нарастува и формира диференциран лист. Листот е со ограничено растење затоа што меристемските клетки се трошат при неговото образување. Но, има и ретки исклучоци кога листот продолжува да расте со врвот.

Разновидноста во морфологијата (формата, големината и градбата) на листовите претставува резултат на приспособување на растенијата кон различни услови на животната средина.

Еден крајно оформен лист е изграден од лисна основа, лисна дршка и лисна плоча.

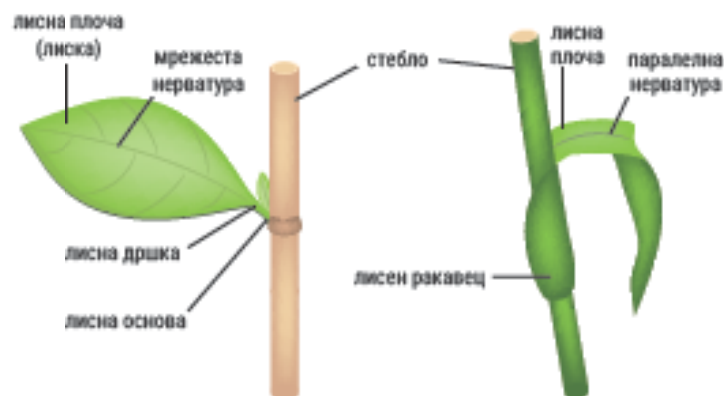
Лисна основа е долниот дел со кој листот е прикремен за стеблото. Лисната основа може да е слабо развиена или проширена, а кај тревестите растенија најчесто расте во вид на цевка што го обвиткува стеблото и се нарекува **лисен ракавец**.

Лисната дршка е делот помеѓу лисната основа и лисната плоча. Служи за поврзување на лисната плоча со стеблото и овозможува правилно поставување на листот кон светлината. Служи и за спроведување вода, минерални и органски материи. Кај некои растенија листовите се без дршки, т.н. **седечки листови**.

Лисната плоча (лиска, ламина) е најголемиот и најважниот дел од листот од аспект на основните функции. Вообичаено е тенка и широка што овозможува голема површина за апсорпција на светлина и одвивање на фотосинтеза.



Лисен ракавец кај пченка



Составни делови на лист кај дикотиледони и монокотиледони растенија

На лисната плоча се забележуваат **жили (нерватура)** кои имаат спроводна и механичка улога. Спроводниците ја носат водата до клетките на листот, а во обратна насока ги разнесуваат продуктите на фотосинтезата. Можат да бидат паралелно поставени, како, на пример, кај листот на перуниката, пченката, пченицата, лалето и др. монокотиледони растенија, или, пак, се забележува една поизразена т.н. централна жила која се разгранува и прави мрежест систем на жили кај дикотиледони растенија (лист од винова лоза, липа, цреша, кајсија итн.). Во таа смисла листовите се поделени на листови со **паралелна** и листови со **мрежеста нерватура**.

ВИДОВИ ЛИСТОВИ

Според градбата, функцијата и местоположбата во растението се разликуваат три категории на листови: долни, средни и горни. Главни фотосинтетизирачки листови се, всушност, средните, долните не се зелени и најчесто се заштитни (лушпест тип), а горните се мали, прицветни листови.

Според бројот на лисните плочи кои се наоѓаат на една дршка разликуваме прости и сложени листови. Најчесто се застапени **простите листови** со една лиска кои според изгледот на работ на лисната плоча се делат на целокрајни и нецелокрајни. Целокрајните листови имаат рамна лисна плоча со округла, елипсоидна или срцевидна форма, но може да е и нерамна, како кај игличестите листови на четинарите. Нецелокрајните листови имаат назабен, насечен или врежан раб на лисната плоча.

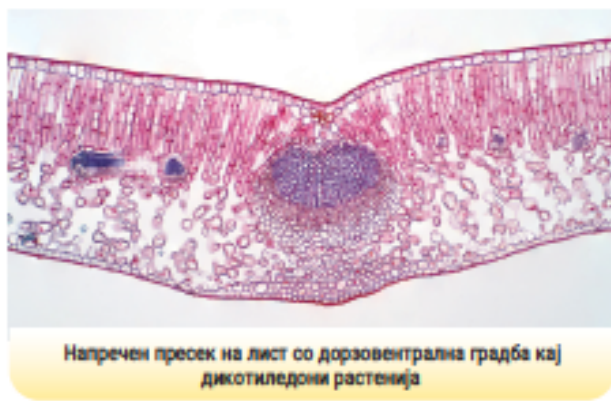
Сложените листови се составени од повеќе лиски кои се прицврстени на една заедничка дршка. Можат да бидат перести, како кај орев или багрем, длановидни (кај костен), прстести итн.

Листовите според трајноста можат да бидат листопадни и зимзелени. Листопадните живеат кратко, од неколку недели до крај на вегетацијата, а зимзелените се повеќегодишни, во зависност од видот во просек живеат 2-10 години.

ГРАДБА НА ЛИСТ

Градбата на листот е поврзана и приспособена на основните функции. Целиот лист на површината е покриен со **епидермис**, кој како еднослојно или повеќеслојно примарно кожно ткиво, ја заштитува внатрешноста од исушување, инфекции или механички повреди. Во рамките на лисната плоча има **горен епидермис** што се наоѓа на горната (лицева) страна и **долен епидермис** што се наоѓа на долната страна (опачината на лист). На површината на клеточниот ѕид на епидермалните клетки се наоѓа **кутикула** што претставува восочен слој (формиран со наталожување на кутин и восок) со заштитна улога. Кутикулата е секогаш подобро развиена на горниот епидермис и спречува испарување. Во епидермисот се сместени **стоми** преку кои се врши транспирација и размена на гасови. Стомините клетки најчесто се со бубреговидна форма кај дикотиледоните растенија. Кај некои монокотиледони растенија, стомините клетки се силно издолжени во форма на бројот осум, а странично од стоминиот отвор има соседни, помошни триаголни клетки. Горниот и долниот епидермис вообичаено се разликуваат во градбата и присуството на стоми, освен кај некои листови кај што нема лице и опачина. Кај листовите на пченка, по епидермисот се среќаваат моторни клетки кои го движат (свиткуваат и исправаат) листот.

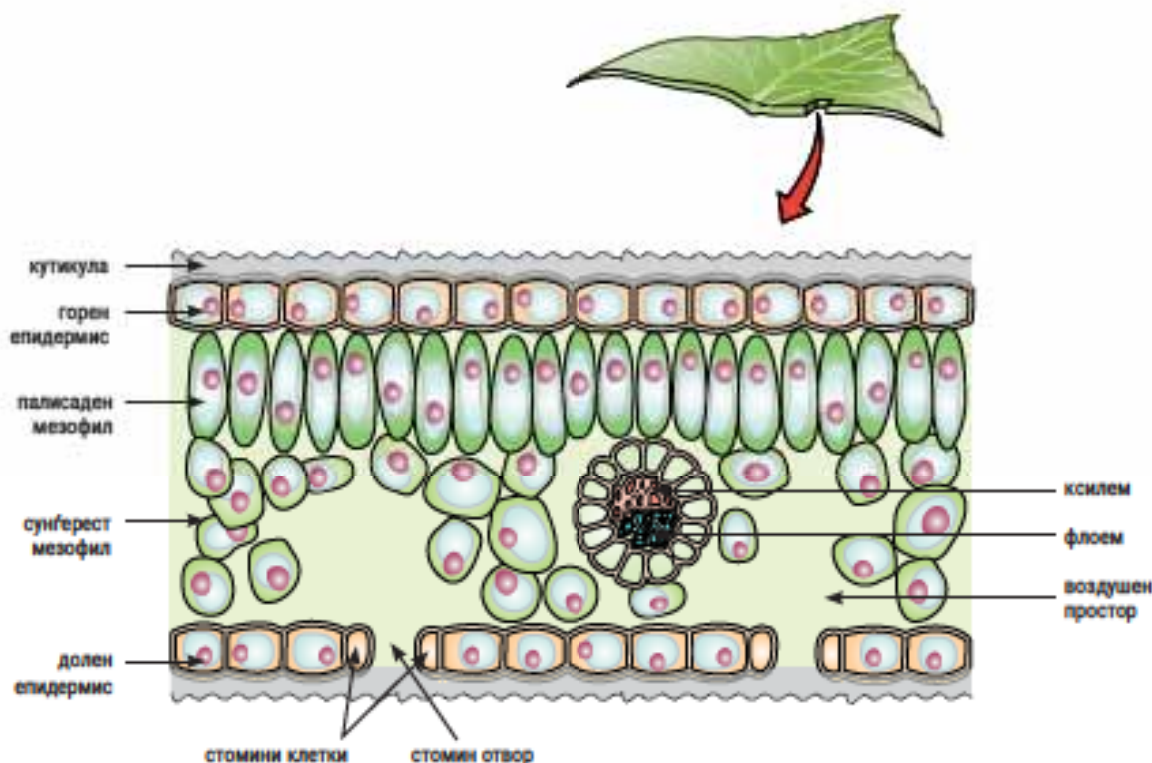
Помеѓу двата епидермиси се наоѓа **мезофил** – средишен дел на лисната плоча кој содржи асимилациско (фотосинтетско) ткиво. Неговите клетки имаат **хлоропласти** – зелени пластиди со **хлорофил** кој е одговорен за фотосинтезата. Кај лисните плочи кај кои јасно се разликува горна и долна страна (**дорзовентрални листови**), асимилациското ткиво е застапено како **палисаден** и



Напречен пресек на лист со дорзовентрална градба кај дикотиледони растенија

сунѓерест слој. Палисадниот слој најчесто е поставен кон горната (дорзална) страна на листот. Под палисадниот слој, на вентралната страна се наоѓа **сунѓерест слој** богат со **воздушни простори** кои се поврзуваат со просторот под стомите. Во тие воздушни простори се насобираат гасови или водна пареа и се испуштаат преку отворот на стомата надвор од листот. Стомите може да се сместени само на опачината на листот и така е кај најголем дел од листовите. Поретко, стоми има само на горниот епидермис или, пак, и на двете страни на листот.

Во листовите кај монокотиледоните растенија најчесто нема лицева страна и опачина затоа што мезофилот на листот е изграден од еднотипни хлоренхимски клетки.



Шематски приказ на градба на лист на напречен пресек

МЕТАМОРФОЗИ НА ЛИСТ

Ластари се видоизменувања кои се појавуваат на стеблото и листовите како тенки и нежни продолжетоци. Со нив растението се прикрепува за некоја потпора и тоа најчесто со увиткување околу неа. Во исто време му помага на растението да заземе поволна положба кон светлината. Типични метаморфози на лист се ластарите кај легуминозните растенија од родот *Vicia*, потоа грашок, леќа и др.

Трн е метаморфоза на лист, се формира како заштита од тревојадни животни и адаптации на суша. Притоа се видоизменува целиот лист или одредени негови делови како раб или врв кои стврдуваат и формираат остар трн. Листовите кај кактусите, акациите и берберисот целосно се претворени во трња.



Ластар



Метаморфоза на дел од лист кај магарешки трн



Метаморфоза на цел лист кај берберис

Филодии се видоизменувања на лисните дршки кога наместо нив се формираат зелени сплескани листовидни творби. Тие се фотосинтетски активни и ја преземаат улогата на лисната плоча кога таа е намалена. Кај австралиските акации, младите листови се вистински и добро оформени, а постарите се филодии со сосема изменета форма.

Активност

Истражи го листот

Потребен материјал: стар и помлад лист од фикус, перуника и слично, микроскоп, пинцета, предметно и покривно стакло, скалпел или жилет, вода.

1. Направи водни препарати со многу тенок напречен и надолжен пресек од лист по твој избор.
2. Микроскопирај на мало и на големо зголемување. Набљудувај ја градбата на листот и согледај ги разликите во градбата на стар и млад лист.
3. Извлечи епидермис, ако е можно, па набљудувај го под микроскоп. Потоа спореди го твојот со другите епидермиси. Што забележа?
4. Направи скици или цртежи за епидермисот, типот на паренхимот во мезофилот на листот, типот на спроводни снопиња и распоред на стоми.
5. Дискутирај на час за заедничките елементи и разликите во градбата на листовите што заедно со другите ученици ги анализираше.

Анализата на листовите ќе помогне да ги споредиш и утврдиш разликите во градбата на епидермисот којшто визуелно се менува во тек на стареење, стомите, хлоренхимот и останатите ткива во листовите на дикотиледони и монокотиледони од скриеносемени растенија.

ХЕРБАРИУМ

Кога сакаме да проучиме градба на лист или кој било друг дел од растението, а немаме свеж растителен материјал, тогаш бараме хербаризирани примероци. Тие ни овозможуваат во кое било време да ја направиме посакуваната анализа. Исушените растенија или нивни делови можеме и да ги рехидрираме и да ги набљудуваме како свежи. Но, што е тоа хербариум и како се прави?

Хербариум е збирка на научно обработени, цели или делови од растенија (исушени и конзервирани), наменети пред сè за нивно проучување и колекционирање. Има практично, научно, образовно, еколошко и историско значење. Овозможува проучување, споредба и правилна класификација на растенијата, што е од особено значење за науката и образованието.

Хербариумските збирки документираат различни чести или ретки и загрозени видови што помага во следењето на промените во флората и распространетоста поради различни климатски или антропогени (човечки) влијанија. Старите хербариуми даваат информации за растителноста во минатото и претставуваат траен запис за постоењето на видовите во растителниот свет. Имаат широка примена во образованието, но и во фармацијата, земјоделието и шумарството.

Хербаризирањето на растение е едноставна, но прецизна постапка што овозможува долгорочно чување и изучување на растенијата. Опфаќа неколку последователни чекори:

1. **Собирање на растението** – Внимателно се избира репрезентативен примерок на здраво и типично растение.
2. **Чистење и подготовка** – Се отстранува вишокот земја од коренот, а останатите делови се поставуваат правилно исправени, без преклопување.
3. **Притискање** – Растението се става помеѓу хартиени листови или весник и се притиска со тежок предмет или со преса. Хартијата се менува на 1-2 дена за да се избегне мувлосување.
4. **Сушење** – Се одвива за одредено време (1-2 недели), до целосно сушење.
5. **Лепење** – Исушениот материјал се лепи или се прицврстува со лепливи ленти на хербариумска хартија.
6. **Етикетирање** – На долниот дел се става етикета во која се забележува народен и латински назив, место и датум на собирање, живеалиште и име на собирачот.
7. **Складирање и долгорочно одржување** – Хербаризираните растенија се чуваат на суво, проветрено и темно место, на умерена температура, во хартиени папки, кутии или ормари. За заштита од инсекти се користат различни методи и специјални средства за да се спречи оштетување на примероците.



Хербаризирани растенија

Активност

Хербариум како ботаничка документација

Потребен материјал: хербариумска хартија (А3 или А4-формат), преса или книги, лепливи ленти, лупа или микроскоп, материјал од теренско истражување (3-5 диворастечки растенија).

1. Обработи го теренскиот материјал применувајќи чистење, сушење, притискање, редовно менување на хартија.
2. Обработи ги теренските белешки со податоци од живеалиште, надморска височина, тип на почва и изложеност на светлина.
3. Подготви ги хербариумските примероци (лепење, етикетање).
4. Опиши ја одделно морфологијата и местоположбата на корен, стебло, лист, цвет/плод на примероците.
5. Направи прецизна идентификација на растенијата со помош на ботанички клучеви и литература.
6. Наведи ги латинските и народните називи на испитуваните примероци.



Дискутирај на час за биодиверзитетот на растенијата и значењето на ботаничките збирки.

Со оваа активност ќе ги продлабочиш знаењата за морфологија на растенија и практично ќе примениш научна методологија која подразбира набљудување, анализа и документирање на растителен материјал.

Прашања за повторување

1. Како се поделени листовите според морфологијата и кои се разликите помеѓу листовите на монокотиледони и дикотиледони растенија?
2. Која е суштинската разлика во мезофилот на листовите со и без лице и опачина?
3. Кои се најчестите метаморфози и од кои делови на листот се формираат?
4. Кои се чекорите во подготовката на хербариумски примерок и кое е значењето на овие ботанички збирки?

Интересна биологија

- Необично големи листови се карактеристика на некои тропски растенија. На пример, кај еден вид бразилска палма (*Raphia tedigera*) тие достигнуваат должина од 25 m и ширина до 12 m.

3.9 Цвет. Опрашување и оплодување

Потсети се!

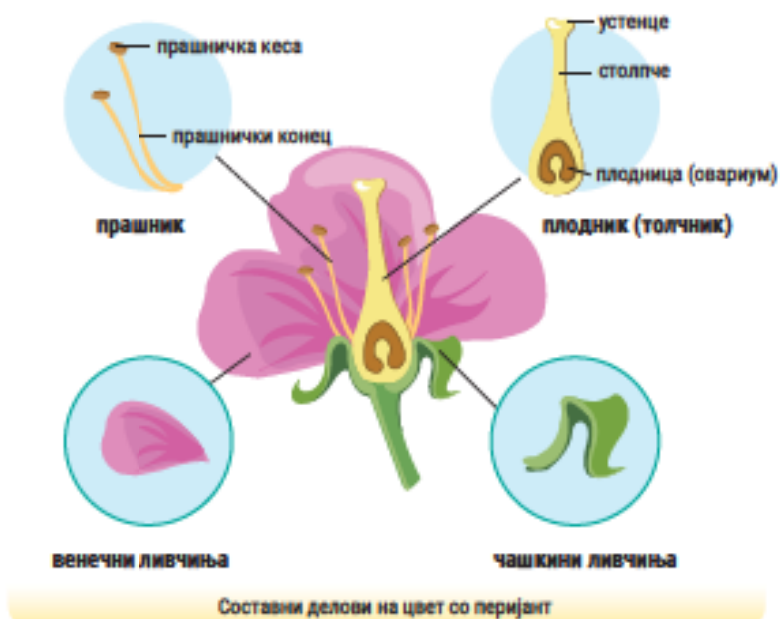
- Со помош на кои органи кај растенијата се врши полово размножување?
- Какви видови цветови познаваш?
- Како најчесто се опрашуваат растенијата?

ГРАДБА И ФУНКЦИЈА НА ЦВЕТ

Цвет е преобразен скусен изданок со ограничено растење што се развива од цветна пупка. Тој е генеративен орган специјализиран за полово размножување на цветните растенија. Цветот е поврзан за стеблото со *цветна дршка* што продолжува во *цветна ложка*, делот за кој се прикачуваат цветните елементи. Ложката е со најразлична форма и големина: може да е проширена, со рамна, вдлабната или испакната горна површина. Цветните елементи се формираат по редослед од надвор кон внатре, па на таков начин се врши и проучувањето на градбата на цветот.

Според функцијата, цветните елементи се поделени на заштитни и репродуктивни. Заштитните елементи се претставени со *околуцветни ливчиња* (*околуцветник*) кои можат морфолошки да се разликуваат меѓу себе или пак да се исти. Според тоа околуцветникот може да биде *перијант* и *перигон*.

Перијант претставува сложен околуцветник, со морфолошки различни листови групирани во чашка и венче, кој ги опкружува и заштитува репродуктивните органи пред да се расцвета цветот. Надворешниот круг на перијантот го сочинуваат **чашкини листови** кои се зелени по боја и по градба наликуваат на стеблените листови. Збирот на чашкини листови во еден цвет се нарекува *каликс* (calix). Највоочливиот дел од цветот се **венечните листови** кои се сместени внатрешно (под чашкиниот круг) и го сочинуваат венчето. Ливчињата на венчето се поголеми, обоени со најразлични бои, мирисливи и заедно со нектарните жлезди сместени во нивна близина ги привлекуваат опрашувачите. Збирот на венечните листови во еден цвет се нарекува *корола* (corolla).



Едноставен околуцветник во кој сите ливчиња морфолошки се слични или исти се нарекува **перигон**. Тој може да биде *венчевиден перигон* (кај лале, кокиче, лилјани). Кога перигонот го сочинуваат зелени, мали чашковидни ливчиња го нарекуваме *чашковиден перигон* (кај некои коприви, спанаќ, киселец др.).



Далиџата имаат цветови со венчевиден перигон



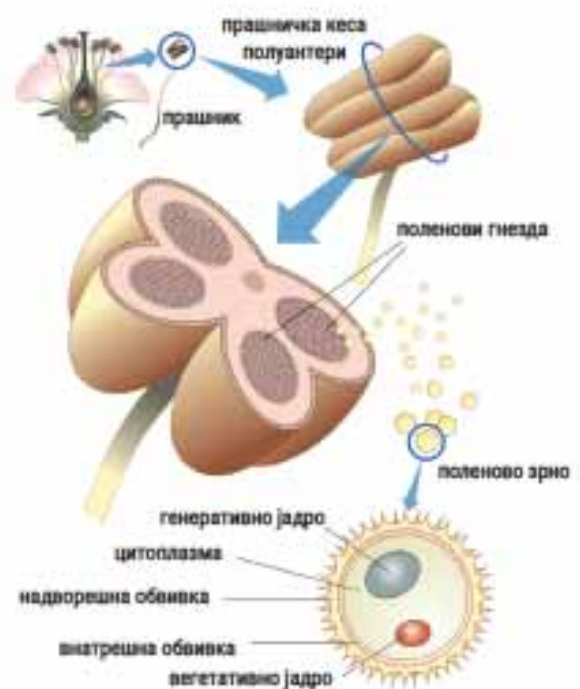
Кукурекот има цветови со чашковиден перигон

Под околуцветникот се наоѓаат репродуктивните делови на цветот – прашници и плодник (толчник).

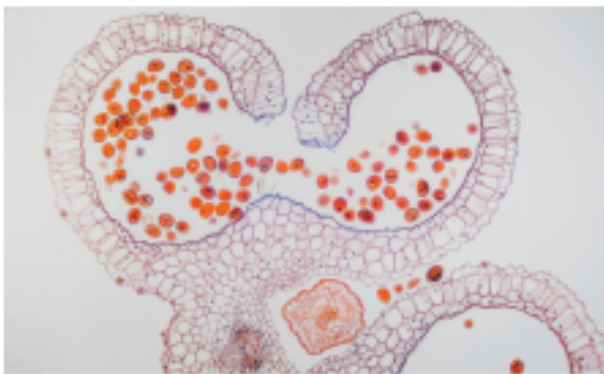
Прашниците може да се поголем број во цветот и како целина се нарекуваат **андрецеум** (androecium). Еден прашник е изграден од **прашнички конец** и **прашничка кеса** (**антера**). На напречен пресек во предел на антерата се забележуваат две половини (**полуантери**), меѓусебе поврзани со стерилно ткиво. Секоја полуантера содржи по две поленови гнезда во кои се формира **полен**. Сидот на антерата е трослоен, изграден од специјализирани ткива кои помагаат за отворање на антерата и за потхранување на спорогеното ткиво.

Од спорогеното ткиво, со мејоза, се добиваат хаплоидни микроспори. Во секоја хаплоидна микроспорна клетка, со митотска делба на хаплоидното јадро, се образува зрело поленово зрно. По првата делба се добиваат две јадра – едно вегетативно и едно генеративно кое подоцна се дели и дава две јадра (**машки гамети**).

Зрелото поленово зрно содржи цврста надворешна и внатрешна обвивка и може да биде двоклеточно (со вегетативна и генеративна клетка) или триклеточно (кое содржи вегета-



Градба на прашник



Напречен пресек на антера на кој се забележува сидот на антерата и поленовите зрна

тивна и две генеративни клетки). Поленовите зрна имаат градба и изглед карактеристичен за секое растение, а кога ќе созреат, прашничката кеса распукува и тие се ослободуваат надвор.

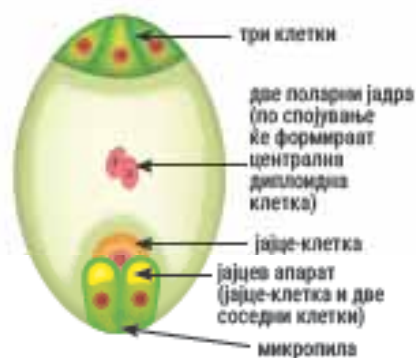
Централно во цветот е сместен **плодник (толчник)** кој е изграден од еден или повеќе **плодни листови**. Плодникот може да биде прост ако е изграден од еден плоден лист или сложен кога е изграден од повеќе плодни листови. Повеќе плодни листови може да формираат еден плодник или повеќе прости плодници во еден цвет. Збирот на плодни листови во еден плодник или прости плодници во еден цвет со еден термин се нарекува **гинецеум (дуповесеум)**.

Кај плодникот се разликуваат: **плодница, столпче** и **устенце**. Со долниот дел плодницата е прикрепена за цветната ложа. Плодницата во основата најчесто е проширена, а потоа се стеснува во стерилан дел – столпче и на крајот завршува со устенце. Устенцето може да има различен изглед и е обраснато со влакна кои служат за прифаќање на поленот.

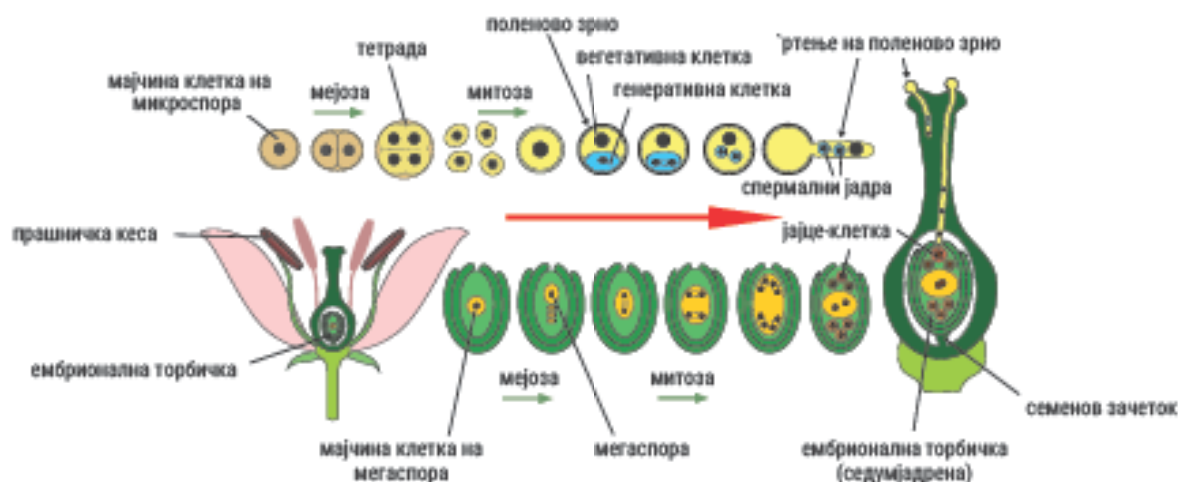
Плодницата може да содржи еден или повеќе семенови зачетоци во кои се формира јајце-клетка. Еден семенов зачеток е изграден од спорогено ткиво и две заштитни обвивки. Внатрешната обвивка формира мал отвор што се нарекува микропила. Од една спорогена клетка со мејоза се добиваат 4 хаплоидни клетки. Горните три се губат, а внатрешната клетка (ориентирана кон микропилата) се дели со митоза. По три последователни делби ја дава **осумјадрената ембрионална торбичка**, во која на двата краја има по четири јадра. По едно јадро од групациите се спојуваат во средината и формираат т.н. **централна диплоидна клетка**. Од трите јадра сместени кон микропилата се формира **јајцев апарат** во кој средишната е јајце-клетка. На спротивниот крај од јајцев апаратот во торбичката има група од три јадра. Така се добива зрела седумклеточна ембрионална торбичка спремна за оплодување.



Напречен пресек на плодник со семенови зачетоци



Ембрионална торбичка (осумјадрена)

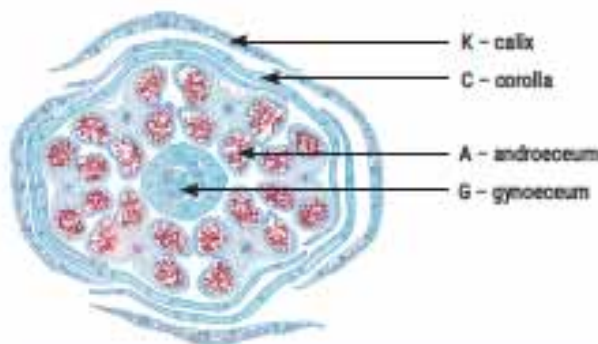


Образување на поленово зрно од мајчина микроспора (горен ред) и образување на ембрионална торбичка од мајчина мегаспора во семенов зачеток (долен ред)

Во близина на плодникот се наоѓаат нектарни жлезди кои лачат сладок сок (нектар) со кој се исхрануваат инсектите кои го посетуваат цветот.

ВИДОВИ ЦВЕТОВИ

Во природата почести се растенијата со цветови кои ги носат и прашниците и плодникот и се нарекуваат **хермафродитни (двополови) цветови**. Цветовите може да се **еднополови** и тоа **машки** (ако поседуваат само прашници) и **женски** (ако поседуваат само плодник). Кога машките и женските цветови се сместени на исто растение, тогаш растението го нарекуваме **еднодомно** (краставица, пченка, тиква, диња, лубеница и др.). Кога машките и женските цветови се развиваат на различни растенија, тогаш станува збор за **двodomни растенија** (топола, врба, коноп, киви и др.)



Напречен пресек на хермафродитен цвет (со 4 цветни круга)

Според поставеноста на цветните елементи на цветната ложа, разликуваме **кружни (циклични) цветови**, кога цветните елементи се поставени во правилни кругови, 3, 4 или 5 на број и **спирални (ациклични) цветови** во кои цветните елементи спирално се распоредени, како кај магнолијата).

Во однос на тоа дали има симетрија во цветот разликуваме: **правилни (симетрични) цветови** и **неправилни (асиметрични) цветови**. Ако недостига одреден дел од цветот, го нарекуваме **непотполен цвет**.

Положбата на плодникот во однос на другите делови на цветот може да биде **врвно поставен** над другите делови (надцветен), како на пример кај лале, грав и др. Тој може да биде и **средишно поставен** меѓу другите делови (средцветен), како на пример кај праската и вишната, а може да биде **поставен длабоко во цветната ложа** (подцветен), како што е случај со цветот на јаблукото, розата и др.



Положба на плодникот во цветот – надцветен, средиствен, подцветен

Соцветија се групи од повеќе поединечни цветови поставени на една заедничка цветна дршка или оска. Тие овозможуваат поефикасно опрашување и формирање поголем број плодови. Основни делови на соцветие се: главна оска, странични неразгранети или разгранети оски, цветови и прицветни листови кои може и да отсутуваат. Најчесто се поделени на прости и сложени соцветија.

Прости соцветија се гроздовидните соцветија кај кои главната оска вообичаено продолжува да расте одредено време (незавршено соцветие). Притоа, најстари се цветовите во основата, а најмлади кон врвот. Овие соцветија можат да бидат со издолжена оска (како кај **грозд, клас, реса, кочан**) или **скусена оска** (како кај **штит, чадорче, кошничка и главичка**).

Сложени соцветија имаат главна оска која завршува со цвет (завршено соцветие) и разгранети странични оски кои завршуваат со цветови. Примери за сложени соцветија се: **метличка, сложен грозд, сложен клас, сложен штит, сложена главичка** и други.

Во растителниот свет има најразлични соцветија со карактеристични форми. Така, на врвот од пченката е сместено сложено метличесто соцветие кое носи машки цветови, а во пазувите



Шематски приказ на незавршено и завршено соцветие со главна оска, странични оски и цветови

на листовите се наоѓа кочанот кој претставува женско просто соцветие. Реси се машките соцветија на врбата или оревот, а на врвовите на гранките, во мали групи се женските цветови. Кај пченицата, соцветието е прост клас, а глугварче, камилица и сончоглед имаат соцветие кошничка изградена од поголем број различни јазичести и цвечести цветови.

Активност

Анализа на цвет од дикотиледоно и монокотиледоно растение

Потребен материјал: различни свежи, хербаризирани или слики од цветови од дикотиледони растенија (багем, хибискус, роза, тиквичка, винка) и монокотиледони растенија (лале, перуника, крин, амарилис, качунка), пинцета, тетратка, бои.

Поделете се во групи и секоја група треба да изработи шематски цртеж (цветни елементи на напречен пресек) и анализа на цвет на едно дикотиледоно и едно монокотиледоно растение на следниот начин:

1. Откини ги со пинцета (редоследно од надвор кон внатре) цветните елементи.
2. Постави ги во круг и направи анализа на деловите на цветот:
 - Дали има ливчиња, колку се на број и како се распоредени кај чашка (К), венче (С) и околуцветник кај монокотиледони (Р)?
 - Прашници (А), колку се на број и дали се сраснати или слободни?
 - Плодник (Г), дали содржи плодник (колку прегради има на напречен пресек)?
 - Дали цветот е хермафродитен, машки или женски?
3. Замисли како би изгледал напречен пресек на цветот и исцртај ги сите негови делови во соодветен распоред. Од надвор кон внатре нацртај прво чашкини, потоа венечни листови, прашници и централно плодник.
4. Дискутирајте на час за изгледот и функцијата на секој дел од цветот!

Цветовите се разликуваат меѓу себе по формата и бројот на сите цветни делови, а може да имаат и посебен распоред на елементите.

ОПРАШУВАЊЕ

Половото размножување кај растенијата е тесно поврзано со процесот на опрашување. Пренесување на поленот од прашничките кеси (антери) до устенцето на плодникот се нарекува **опрашување**. Поленот и устенцето со градбата се приспособени за процесот на опрашување. Поленовите зрна најчесто развиваат најразлични израстоци (како боцки) на површината со што полесно се зафаќаат за устенцето на плодникот. Устенцето е приспособено за прифаќање на поленот (има жлезди кои ја прават неговата површина леплива).

Кај растенијата се застапени главно два вида на опрашување: самоопрашување (автогамија) и вкрстено опрашување (алогомија).

- Типично **самоопрашување (автогамија)** е карактеристично за двополовите цветови кога зрелиот полен од прашниците паѓа на устенцето на толчникот од истиот цвет. Така се опрашуваат некои тревести, диворастечки, но и градинарски растенија (грав, грашок, леќа, домати и др.).
- Многу почесто кај растенијата е застапено т.н. **вкрстено опрашување (алогомија)** што се јавува во два облика како:
 - **соседно опрашување** се случува кај растенија каде што со полен од еден цвет се опрашува плодникот на друг цвет на истото растение (од генетски аспект претставува форма на самоопрашување) и

- **типично вкрстено опрашување** кога со поленот од цвет на едно растение се опрашува плодникот во цвет на друго растение од ист вид.

Вкрстеното опрашување е застапено и кај хермафродитните и кај еднополовите цветови на еднородни и двородни растенија. До овој тип на опрашување доаѓа поради несогласувањето на должината на прашниците помеѓу цветовите или поради морфологијата на поленовите зрна и времето на созревање на поленот и плодниците.



Пренесувањето на поленот до плодникот може да биде на различни начини:

- **Анемофилија** претставува опрашување со ветер и е карактеристично за растенијата кои немаат обоени и мирисливи цветови, како многу тревести растенија (житарки: пченица, јачмен, рж, овес, ориз, пченка) и дрвенести видови (даб, топола, врба, бреза, леска, јавор и др.). Тие создаваат големо количество полен којшто морфолошки е погоден за расејување – лесен е, сув и ситен.
- **Зоофилија** е опрашување со помош на животни: со инсекти (ентомофилија), со мали птици (пример колибри) или ретко со мали животни (лилјаци и глодари). Карактеристично е за голем број растенија со убави обоени и мирисливи цветови со нектарници со кои ги привлекуваат опрашувачите. Тие навлегуваат во цветот во потрага по нектарот и притоа налепуваат полен по телото и нозете. При посета на друг цвет го пренесуваат поленот на устенцето.
- **Хидрофилија** е опрашување со вода кај водните растенија (водна чума, морската трева наречена зостера и др.). Обично цветовите на водната чума се развиваат над површината на водата, а се опрашуваат со полен што е носен од водните струи. Кај морската трева опрашувањето е целосно под вода.
- Човекот применува различни техники на **вештачко опрашување** при што ги отстранува прашниците од цветните пупки на едно родителско растение и ги опрашува устенцата со полен од друго родителско растение. Така, всушност, се врши контролирано вкрстено опрашување на растенија со познати наследни особини за да се добијат посакуваните карактеристики и квалитет на плодот.

ОПЛОДУВАЊЕ

Оплодување е процес во кој машката спермална полава клетка се спојува со женската полава јајце-клетка, со што започнува развој на нов организам.

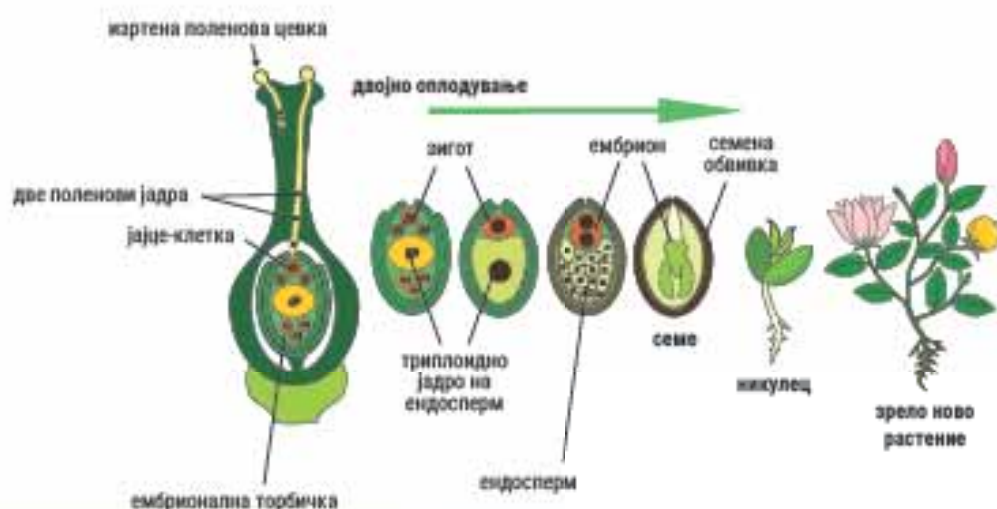
Оплодувањето следува по опрашување на цветот. Кога поленот ќе падне на устенцето на плодникот, ја прима влагата од лепливата површина и рти.



Изнаточено поленово зрно видено под микроскоп

На устенцето можат да паднат и во исто време да изртат повеќе поленови зрна. Секое поленово зрно при ртењето формира поленова цевка (од внатрешната поленова обвивка) која се пробива низ устенцето и столпчето и растејќи надолу се спушта до семеновиот зачеток во плодницата. Поленовата цевка, преку микропилата, навлегува во семеновиот зачеток, односно во ембрионалната торбичка. Низ поленовата цевка се спуштаат и се ослободуваат две машки гамети. Една од гаметите се спојува со јајце-клетката по што се формира диплоиден зигот. Втората гамета од поленовата цевка се спојува со централната (диплоидна) клетка од ембрионалната торбичка, по што настанува триплоидна клетка. На ваков начин доаѓа до **двојно оплодување** во плодницата.

Зигот, кој го носи генетскиот материјал од двете родителски растенија, почнува да се дели и формира ембрион во кого се содржат зачетоците на растителните органи – корен, стебло и лист. Со делби на триплоидната централна клетка се оформува хранливото ткиво (**ендосперм**) во семето.



Ртење на полени и двојно оплодување

Прашања за повторување

1. Кои се деловите на цветот и која е разликата помеѓу перијант и перигон?
2. Каква е поделбата на цветовите според распоредот на цветните елементи во цветот и симетричноста?
3. Кои се хермафродитни цветови и по што се разликуваат од еднополовите машки и женски цветови?
4. Објасни го образувањето на машките и женските зрели полови клетки, каде и како се случува.
5. Кои типови на опрашување постојат и на кој начин настанува опрашувањето?
6. Опиши го детално процесот на двојно оплодување, каде и на каков начин се случува.

Интересна биологија

- Ноќен јасмин (*Cestrum nocturnum*) е декоративна зимзелена грмушка, со мали цвечести цветови собрани во гроздовидни соцветија. Преку ден тие се затворени, а се отвораат приквечер и шират прекрасна миризба која трае во текот на ноќта за да ги привлече молците со кои се опрашува. Аромата се шири во радиус од 10-15 метри, што значи дека една грмушка навечер ароматизира од 300-700 m².

3.10 Семе и плод. Размножување кај растенијата

Потсети се!

- Во кој дел од цветот се наоѓаат семеновите зачетоци?
- Каде и како се одвива двојното оплодување?
- Како започнува развојот на растението?

СЕМЕ

Семето спаѓа во репродуктивни органи и има важна улога во размножувањето и опстанокот на растението. Овозможува растението да преживее неповолни надворешни услови и да се распространи на различни подрачја. Кога ќе се создадат поволни услови, како доволна количина вода, кислород и соодветна температура, семето никнува и започнува развој на ново растение. Покрај биолошко, семињата имаат големо економско и прехранбено значење за човекот, но и останатите живи организми.

Семето има сложена градба што овозможува заштита, исхрана и развој на новото растение. Иако семињата кај различни растенија можат да се разликуваат по големина, форма и боја, сите имаат заеднички карактеристики поврзани со градбата. Семето е изградено од: семена обвивка (семиња), ембрион и ендосперм (хранливо ткиво).

Семената обвивка (семиња) го обвиткува семето и ја штити внатрешноста од механички повреди, исушување и инфекции. Најчесто е тврда и цврста, но може да е и мека, бела или обоена во различни бои зависно од видот. Семената обвивка се формира од едната или двете обвивки на семеновиот зачеток. На семената обвивка се забележува белег т.н. *папок* на местото каде што семето било прикачено за плодот. Вообичаено, до папокот се наоѓа мал отвор наречен *микропиларен отвор*, преку кој семето ја прима водата пред никнењето. Овој мал отвор потекнува од отворот во семеновиот зачеток низ кој навлегува поленовата цевка при оплодувањето.

Ембрионот е сместен под семената обвивка и може да има централна положба во семето (кај грав, грашок, боранија или леќа) или, пак, да е поставен периферно (како кај некои видови каранфили), или странично кај житни растенија и пролетници. Ембрионот е изграден од зачеток на *корен*, *зачеток на стебло*, *ембрионални ливчиња (котиледони)* и *ембрионална пупка*. Обликот и големината на ембрионот е различен кај растенијата, може да биде мал или голем во зависност од развиеноста на котиледоните.

При ртење на семето, од зачетокот на корен во ембрионот, прв се развива коренот на никулецот (младото растение). Од зачетокот на стеблото се формира стебленце на никулец што го поврзува коренот со првите листови. При растењето, стебленцето ги повлекува котиледоните над почвата и тие на светлина позеленуваат. Котиледоните се првите листови што вршат фотосинтеза и му овозможуваат на никулецот да преживее додека не се развијат вистинските листови.



Градба на ембрион кај дикотиледони растенија



Градба на семе кај пченица (шематски приказ и надолжен пресек под микроскоп)

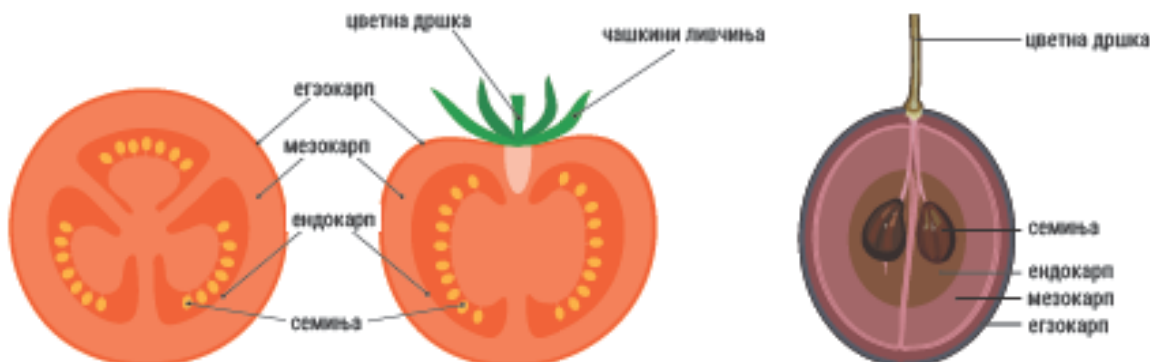
Ендосперм е хранливо ткиво кое служи за складирање на хранливи материи (скроб, протеини и липиди) за ембрионот. Настанува како резултат на делби на триплоидната клетка која се формира при оплодувањето на диплоидната централна клетка во ембрионалната торбичка. Кога семето ќе изрти, ембрионот ги користи овие хранливи материи за својот развој. Ендоспермот е добро развиен кај пченица, ориз и други монокотиледони растенија со мал ембрион. Може да биде неразвиен или да отсуствува кај семиња на лекуминозните растенија (дикотиледони растенија). Кај нив, ембрионот е добро развиен така што неговите два котиледона каде што се складираат хранливите материи го исполнуваат целото семе (кај грав, грашок и др.).

ПЛОД

Плод е репродуктивен орган на скриеносемените растенија што се развива по успешното оплодување. Од морфолошки аспект претставува преобразен плодник од чија плодница се развива плод, а од семените зацетоци се формираат семињата.

Плодовите се разликуваат според форма, големина, градба и начин на настанување во зависност од растителниот вид. Основната улога на плодот е да го заштити семето и да овозможи негово расејување. Плодот има големо значење не само за размножување на растителните видови, туку и за исхраната на луѓето и животните, бидејќи плодовите се богат извор на витамини, минерали и други различни хранливи материи.

Плодовите кои се развиваат само од плодницата се означуваат како прави или вистински плодови. Притоа, видот на плодницата се преобразува во **перикарп** кој се состои од три слоја:



Градба на плодови од домот (напречен и надолжен пресек) и зрн грозје (надолжен пресек)

- **егзокарп** – надворешна, најчесто еднослојна обвивка, кора или лушпа на плодот.
- **мезокарп** – среден, повеќеслоен, најчесто месест и сочен дел, но може да има и друга градба.
- **ендокарп** – внатрешен слој, делот што ги обвиткува семињата и може да биде тенок, мек, тврд или одрвенет.

Некои плодови се развиваат од други делови на цветот и се нарекуваат **лажни плодови**. На пример, месестиот дел на јаболката се развива од цветната ложка, а ендокарпот од плодницата, јагодата се формира со разраснување на цветната ложка, а во формирањето на плодот од дудинката учествува и чашката.

Основната поделба на плодовите е на прости и сложени плодови.

- **Прости плодови** настануваат од еден плодник и такви се кајсија, праска, слива и др.
- **Сложени плодови** настануваат од повеќе плодници на еден цвет или од соцветие. Ако се формираат од повеќе прости плодници на еден цвет, тогаш се **збирни плодови** (група од мали плодови кои изгледаат како еден голем плод). Такви се пловите на малината, капината и др. Кога плодите се развиваат од повеќе цветови во едно соцветие се добиваат плодови како што се ананас, смоква, дудинка и др.



Сложен збирен сочен плод од малина

Според градбата, плодите можат да бидат сочни или суви.

- **Сочните плодови** имаат мек, меснат и сочен перикарп, богат со сокови и хранливи материи што ги прави привлечни за консумација. Сочни плодови имаат портокал, јаболко, грозје, диња, лубеница и др. Плодите на праска, кајсија, слива, цреша, вишна, манго, маслинка и др., се сочни, но делот околу семката (ендокарпот) е многу тврд, одрвенет и се нарекува костелка. Во костелката, која е налик на мала одрвенета кутијка, се наоѓа една заштитена семка. Поради тоа, ваквите плодови ги нарекуваме костелкасти плодови, иако се сочни. Јаболкото и крушата имаат поинаква градба – на површината имаат кора, средишно месест сочен дел, а внатрешно се тврдите луспи околу семките кои може да се поголем број. Бобинка е посебен тип на сочен плод карактеристичен за грозјето, доматиот итн.
- Кај **сувите плодови**, плодот е тврда, кожеста или одрвенета. Поделени се во две групи, зависно од тоа дали плодот распукува кога ќе созрее или не распукува. Во групата на суви плодови кои пукаат и се отвораат спаѓаат грав, грашок, боранија, соја и други растенија чиј плод е легумен со повеќе семки. Памукот и лалето, на пример, имаат сув плод како капсула со повеќе семки кој се нарекува чаура. Посебни се сувите плодови кај зелка, репка и ротквица – капсули со издолжена форма кои се отвораат надолжно кога ќе созреат. Во суви плодови што не се распукуваат и не се отвораат спаѓаат орех, костен, лешник (со одрвенета обвивка). Сува обвивка што не распукува имаат и житарките – пченица, јачмен, ориз, потоа сончоглед од маслодајните растенија итн.



Сочни плодови



Суви плодови

Табела: Видови плодови

Прости плодови (од еден плодник)	сочни	
	суви	што распукуваат
		што не распукуваат
Сложени плодови (од повеќе плодници)	збирни	сочни
		суви
	од соцветија	

РАСЕЈУВАЊЕ НА ПЛОДОВИ И СЕМИЊА

Расејување претставува процес на пренесување и распространување на плодовите или семињата подалеку од мајчиното растение. Со тоа се намалува конкуренцијата и се овозможува ширење на видот. Градбата на семињата и плодовите е тесно поврзана со начинот на нивното расејување.

Расејувањето може да биде:

- со ветер се расејуваат лесни семиња и плодови со различни израсходи како папуси кај глварчето или крилца кај јавор и јасен.
- со вода се расејуваат плодови со тврда, отпорна на вода обвивка, кои пливаат и се пренесуваат со водни струи на поголеми растојанија од мајчиното растение (кокос, морски грав, воден костен со рогови и др.).
- со животни плодовите се расејуваат на два начини – со јадење на сочните плодови или со закачување на крзното и телото на животните.
- саморасејување кога плодот распукува и ги фрла семињата, како на пример: луда краставичка која семето го расфрла на оддалеченост од неколку метри.
- антропогено влијание кога човекот намерно или ненамерно учествува во распространувањето преку транспорт и земјоделство.

ПОЛОВО И БЕСПОЛОВО РАЗМНОЖУВАЊЕ

Основно биолошко својство на сите живи организми е да се размножуваат и да создадат потомство односно нови единки кои наликуваат на родителите. На тој начин се одржуваат видовите, а и континуитетот на животот на Земјата. Растенијата се размножуваат полово и бесполово (вегетативно).

При **половото размножување**, новата единка настанува како резултат на спојување на хаплоидна женска и машка полова клетка, при што се формира диплоиден зигот од кој се развива нов организам.

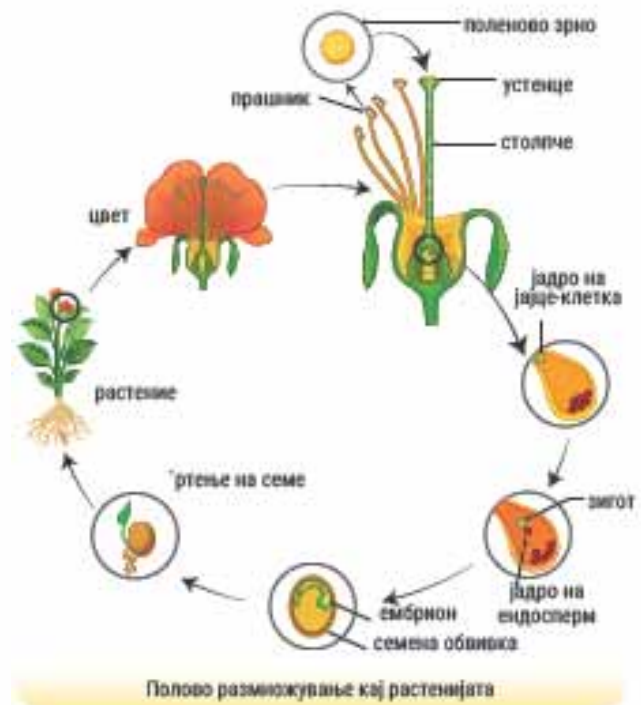
Градбата на генеративните органи е прилагодена за успешно полово размножување на видот. Половите клетки се формираат во специјализираните делови на цветот. Во прашниците се формира лесен и многуброен полен приспособен за пренесување со ветер, вода, инсекти или животни. Плодникот, пак, е анатомски приспособен за прифаќање на поленот, а овозможува и раст на поленовата цевка и заштита на плодницата.

По опрашување и оплодување, во половите органи на цветот се формираат плод и семе. Од семето никнува ново растение и така се размножуваат голем број видови. Половиот начин на размножување овозможува генетска разновидност и ја зголемува способноста за приспособување на потомството кон променливите услови во средината. На тој начин долгорочно се обезбедува опстанокот на видовите.

Вегетативното размножување е бесполов начин на размножување при што од корен, стебло или лист (вегетативни органи) се развива ново растение. Тоа е идентично (клон) со мајчиното растение. Овој начин е чест кај растенијата и овозможува брзо зголемување на бројот на единките. При тоа ги зачувува позитивните особини на видот без варијабилности. Придонесува за брзо и ефикасно приспособување и населување на нови простори при поволни услови во средината. Се одвива на природен и вештачки начин.

Во природата, вегетативното размножување се реализира со разни метаморфозирани органи како столони (јагода), ризоми (перуника, момина солза, ѓумбир, трска), кртоли (компир), луковници (лале, кромид) и др. Со листови се размножуваат многу декоративни растенија од родот на бегонии, љубичици, фикуси итн.

Вештачкиот начин на вегетативно размножување опфаќа различни интервенции од страна на човекот со цел брзо размножување и зачувување на посакуваните особини кај растенијата. Често се применуваат методи и техники, како размножување со резници (од винова лоза, роза, рузмарин, малина и др.), калемење, размножување со помош на стебло и пупки. Така се размножуваат многу овошки, како јаболко, круша, праска, лози итн. Ин витро размножување (култура на ткиво) е контролиран метод кога лабораториски се добиваат нови растенија во растителни култури.



Вегетативно размножување со столони, ризоми, луковници и кртоли



Веgetативно размножување помогнато од човекот – со резници и со калемене

Активност

Прочување на градба на семе и плод

Направи анализа на плод и семе од два различни претставници на дикотиледони и монокотиледони растенија. Изработи постер-презентација во која ќе прикажеш од кои делови се изградени плодовите и семињата. Направи цртежи и краток опис за секој од деловите и опиши како се создадени (од каков тип на цвет и опиши го патот до формирање на плодот и семето).

На час дискутирај за градбата, кои карактеристики ги имаат плодот и семето од аспект на расејувањето.

Постави и одговори на прашања за да се развие дискусија околу значењето на плодовите и семињата за исхраната на човекот и другите живи организми, како и за начините на нивното расејување во природата.

Прашања за повторување

1. Опиши ги детално сите делови од кои е изградено семето и објасни кој дел е клучен за развојот на новото растение.
2. Именувај ги деловите од кои е изграден еден плод и спореди како е изграден кај различните видови на плодови.
3. Кои се прави, а кои лажни плодови и од што произлегува оваа поделба?
4. Поврзи ја градбата и карактеристиките на плодовите со начинот на кој се расејуваат.
5. Со кои структури е овозможено половото и вегетативното размножување кај растенијата?

Интересна биологија

- Плодот на *Plukenetia volubilis* или уште познат како „sacha inchi“ има форма на ѕвезда со 4-7 краци и е сува капсула што сама се распакува и расејува. Семето внатре содржи толку многу омега-3 масни киселини, што растението често се нарекува „инкски кикиритки“. Домородните народи во Амазонија од времето на Инките го користеле ова растение како главен извор на енергија и здравје, а денес семето има исклучително широка хранлива, медицинска и козметичка употреба.



3.11 Адаптациии на растенијата кон животната средина

Потсети се!

- Што се видоизменувања на растителните органи и како настануваат?
- Кои се заеднички метаморфози на стебло и лист и за кои растенија се карактеристични?
- Што претставуваат аеренхим и паренхим за складирање на вода? Во кои органи и кај кои растенија ги има?

Растенијата растат и се развиваат под влијание на различни фактори во средината, кои може да дејствуваат сложено и истовремено. Секој од факторите има директно или индиректно влијание на метаболичката активност на растенијата, а со тоа и на опстанокот. Растенијата како неподвижни организми изложени на постојани влијанија од животната средина, морале да развијат различни адаптации – структурни, физиолошки и функционални приспособувања кон условите на средината. Тие им овозможиле на растенијата да преживеат во различни средини, како што се водни екосистеми, суви пустини, солени почви или засенчени шуми.

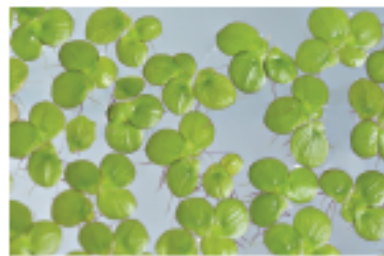
Адаптациите на растенијата се резултат на долготраен еволутивен процес кој започнал по преминувањето на растенијата од водна средина на копно. Растенијата постапно се адаптирале на разлики во интензитетот на светлината, температурата, количина на вода и минерални материи во почвата. Благодарение на овие приспособувања, растенијата се широко распространети на Земјата и играат клучна улога во одржувањето на животот и рамнотежата во природата.

Појдовна точка за разбирање на адаптациите кај растенијата е согледување на врската помеѓу нивната градба и функција и условите на животната средина. Различни средини поставуваат различни предизвици, па затоа растенијата развиле разновидни начини на приспособувања. Приспособувањата можат да се забележат во морфологијата на коренот, стеблото и листовите, како и во нивните физиолошки процеси.

Растенијата според адаптациите во различни средини се поделени во неколку групи.

ХИДРОФИТИ

Хидрофити се група растенија со специфична градба на телото како резултат на адаптација на живот во вода. Листовите се со различна форма – подводните листови се тенки или кончести со што се зголемува асимилациската површина, можноста за размена на гасови, како и приемот на светлината којашто е дифузна и со помал интензитет во водата. Епидермалните клетки се со многу тенки клеточни ѕидови и слабо развиена, тенка кутикула која овозможува да навлезат растворените соли од водата. Во мезофилот на листот доминира сунѓересто ткиво богато со интерцелулари, а во другите органи има аеренхим со резерви на кислород. Овие карактеристики во градбата овозможуваат листовите да пловат над површината на водата. Снабдувањето со кислород преку лис-



Хидрофит – водна леќа

товите овозможува респирација дури и во подводните делови на растението. Коренот најчесто е слабо развиен или потполно отсуствува.

Вакви адаптации се забележуваат кај водната чума, водната лека, водниот крин и др.

ХИГРОФИТИ

Хигрофити се растенија адаптирани за живот во влажна средина или на многу влажни почви. Адаптациите се насочени кон лесна размена на гасови и интензивна транспирација, а не кон задржување на водата во растението. Се карактеризираат со големи тенки листови и слаба кутикула, бидејќи нема опасност од прекумерно губење вода. Мезофилот е богат со хлоропласти кои може да ги има и во епидермисот, па затоа се темнозелени. Од хидрофитите се разликуваат по тоа што имаат механичко ткиво во периферниот дел на стеблото, а централно големи интерцелулари. Водата им е лесно достапна, па затоа не развиваат голем корен.

Типични примери се папирус, ориз, трска, но и блатно лутиче и др.



Хигрофити - папирус и ориз

МЕЗОФИТИ

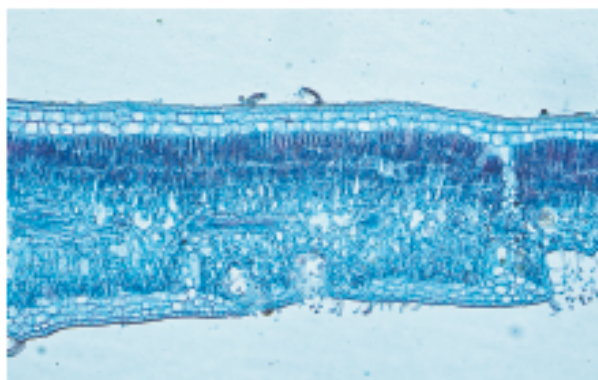
Мезофити се растенија кои бараат умерена влажност во тропските, но и во поладни подрачја. Коренот, стеблото и листот се нормално развиени. Типичните мезофити во листовите имаат диференциран палисаден и сунѓерест паренхим, на површината епидермис со слабо развиена кутикула, а стомите се наоѓаат на долната страна од листот. Такви се многу житарки, градинарски и полски растенија, како детелина, пченица, сончоглед, грав, компир, зелка и др.

КСЕРОФИТИ

Ксерофити се разнообразна група на растенија кои се приспособени за живот во сува средина и во многу неповолни услови. Зафаќаат подрачја со релативно ниска влажност во воздухот и почвата. За таа цел развиваат низа морфолошко-анатомски адаптации во сите растителни органи. Многу од ксерофитите се карактеризираат со добро развиен главен корен кој продира длабоко во почвата во потрага по вода. Така, коренот на луцерката може да достигне до неколку метри должина, а други видови, пак, имаат распространување на кореновиот систем во ширина (површински).

Надземните делови на ксерофитни растенија најчесто се обраснати со густа влакнеста покривка која спречува транспирација, а и претоплување, бидејќи ја рефлектираат светлината.

Листовите исто така имаат бројни адаптации. Некои ксерофитни растенија имаат мали кожести листови со повеќеслоен епидермис, со добро развиена восочна кутикула, а стомите се сместени



Напречен пресек на лист кај ксерофити - вдлабнувања на долен епидермис (крипти) обраснати со трихоми

на опачината на листот и се заштитени во вдлабнувања (крипти) обраснати со трихоми. Така го минимизираат губењето на вода преку листовите.

Одредени видови имаат метаморфозирани листови во форма на трн, дебела кутикула и паренхим за складирање на вода.

Сочни (суккулентни) листови се важна адаптација на растенијата кон суви и неповолни услови, особено во топли средини сиромашни со вода. Суккулентите имаат дебели и месести листови, содржат специјализирано ткиво за складирање на вода, добро развиена задебелена кутикула која го спречува испарувањето. Имаат мал број на вдлабнати стоми кои се отвораат ноќе, со што се намалува губењето на вода со транспирација. Водоносниот паренхим ја задржува водата на подолг период за да може растението да преживее суша.

Познати суккулентни растенија се алое, седум, каланхоја, агава и др.

Трн може да биде видоизменет изданок или лист кој намалувајќи ја површината, ја намалува и можноста за испарување на водата од растението. Се формира како тврда и остра формација што ги штити растенијата од тревојадни животни. Кај акациите и глоговите, трнот се формира од стеблото, а кај кактусите и берберисите, трнот потекнува од листот. Кај розата трнот е површински израсток со заштитна улога.



Суккуленти – алое и агава



Различно потекло на трн кај кактус (од лист), кај глог (од стебло) и кај роза (површински израсток)

ХАЛОФИТИ

Халофити се растенија приспособени да живеат и растат во средини со висока концентрација на соли во почва, солени мочуришта, морски брегови и солени езера. Имаат адаптации за складирање или исфрлање сол во вид на месести, суккулентни листови и стебла. Во нив се складира вода која ја разрежува солта. Исто така обраснуваат со солни влакненца и жлезди преку кои се исфрла вишокот на сол. Може да имаат задебелена кутикула и мал број на стоми за да се зачува водата. Приспособени се и да акумулираат вишок соли во вакуолите. Имаат висока осмотска толеранција и бавен раст.

Такви се соленицата (*Salicornia sp.*), мангрови растенија, тамарика (*Tamarix sp.*), киноа (*Chenopodium quinoa*) која е факултативен халофит и е толерантна на соли итн.



Солени жлезди на лист од киноа

МЕСОЈАДНИ РАСТЕНИЈА

Специфичен тип адаптации имаат т.н. **месојадни** или **инсективорни растенија**. Овие растенија се адаптирале на средини кои се сиромашни со минерали, особено со азот. Кај нив, листот е метаморфозиран во апарат за **фаќање и варење** на пленот, што претставува уникатна еколошка адаптација на растението. Листовите се видоизменуваат во вид на лепливи стапчести, бокалести, меурести и други форми приспособени за лов. Најчесто листовите на овие растенија се обраснати со жлездени влакна и се лепливи за да се залепи инсектот, а се испуштаат дигестивни ензими кои помагаат при варењето.

Одредени растенија имаат стапчести затворачки листови кои при допир брзо се затвораат и инсектот останува заробен. Се нарекуваат муволовки, од кои најпозната е венерината муволовка (*Dionea muscipula*).

Листовите можат да бидат преобразени во вид на бокал со капак и течност за варење на дното. Листовите се со светла боја, миризливи и обраснати со нектарни жлезди кои ги привлекуваат инсектите. Кога ќе слетаат на лизгавиот раб од бокалот, лесно паѓаат внатре и не можат да излезат затоа што сидовите однатре се многу мазни. Течноста на дното од бокалот има дигестивни ензими кои го разградуваат пленот, а хранливите материи се апсорбираат преку листот. Ова пасивно ловење е всушност комбинација на привлекување, лизгање и варење на инсектите без ниедно движење на листот. Такви се метаморфозите кај непентес (*Nepenthes sp.*) и сараценија (*Sarracenia sp.*)



Лепливи листови на дрозера



Уловен инсект во лист на венерина муволовка



Метаморфози на листови во вид на бокал кај непентес и сараценија

Активност**Истражување на медитерански ксерофитски адаптации на листови**

Потребен материјал: листови од олеандер и лопен, микроскоп, пинцета, предметно и покривно стакло, скалпел или жилет, вода.

1. Направи два водни препарати со многу тенки пресеци од олеандер и лопен.
2. Микроскопирај на мало и на големо зголемување. Набљудувај ја градбата на листовите кај двете растенија и согледај ги разликите.
3. Направи скици или цртежи за видовите на ткивата на површината и во мезофилот.
4. Провери какви се кутикулата и стомите.
5. Дискутирај за заедничките елементи и разликите во градбата на овие листови.

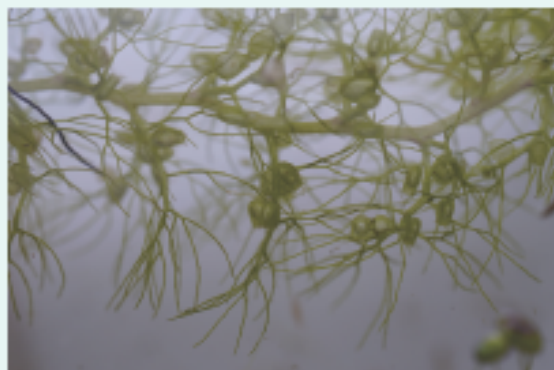
Анализата на листовите на овие типични претставници на медитерански ксерофити укажува на поголем број адаптации во сите делови на листовите: присуство на дебела прекривка од многуклеточни трихоми, стоми во вдлабнатини обраснати со едноклеточни трихоми, повеќеслоен епидермис со дебела кутикула, повеќеслоен палисаден хлоренхим итн.

Прашања за повторување

1. Зошто се појавуваат адаптациите во морфологијата и анатомијата на растителните органи?
2. Кои се основните адаптации карактеристични за хидрофити и хигрофити?
3. Какви адаптации во растителните органи имаат сукулентните растенија?
4. Какви адаптации прави коренот кај различни групи на растенија, во зависност од условите во средината?
5. Какви метаморфози на листови се среќаваат кај различни инсективорни растенија и какво е нивното значење за растенијата?

Интересна биологија

- Некои видови од родот *Utricularia* се водни растенија со уникатни адаптации на листовите кои се приспособени за лов. Имаат специфични меурести видоизменети листови кои се едни од најбрзите стапици во растителниот свет. Меурите се исполнети со вода и внатре се создава негативен притисок. На влезот на отворот на меурот има влакненца кои се активираат на допир при што доаѓа до моментално вшмукување на пленот. Штом пленот ќе влезе внатре, капачето брзо се затвора и се лачат дигестивните ензими што го разградуваат пленот.





- ✓ **Творни (меристемски) ткива** се ткива за раст на растението. Поделени се на **примарен меристем** – **апикален** (коренов и стеблен), **интеркаларен** и **страничен меристем** (**перицикл**) кои учествуваат во примарната градба; и **секундарен меристем** – **страничен** (фелоген и камбиум), **трауматичен** и **регенеративен меристем** кои се одговорни за формирање на секундарни ткива и секундарна градба.
- ✓ **Трајни ткива** се специјализирани ткива чии клетки се диференцирале за вршење специфична функција во организмот. Во трајни ткива се вбројуваат: **покривно**, **паренхимско**, **секреторно**, **механичко** и **спроводно ткиво**.
- ✓ **Покривно ткиво** е заштитно ткиво. Може да биде **примарно ткиво** (епидермис со кутикула, стоми и трихоми; ризодермис со коренови влакна), **секундарно** (перидерм) и **терциерно покривно ткиво** (мртва кора).
- ✓ **Паренхимско ткиво** е најраспространето и најфункционално меѓу растителните ткива. Се среќава како **основен паренхим** или исполнувачко ткиво; **фотосинтетски паренхим** – **хлоренхим** (палисадно и сунѓересто ткиво) одговорно за фотосинтеза; **резервен паренхим** за складирање јаглехидрати, протеини, липиди и вода; **аеренхим** (воздухоносен) со канали во кои циркулира воздух; **спроводен паренхим** како помошно ткиво за транспорт на материи во листови; **апсорпциски паренхим** за впивање хранливи материи; **секреторен паренхим** специјализиран за создавање, складирање или излучување на различни материи или секрети.
- ✓ **Механичко ткиво** е претставено со **коленхимско живо ткиво** со двојна улога – механичка и фотосинтетска, поделено на **плочест**, **аглест** и **ровкав коленхим**; и **склеренхимско мртво ткиво** кое се јавува во вид на **склеренхимски влакна** и **склеренди**.
- ✓ **Спроводно ткиво** е специјализирано како **ксилем** (**трахеи** и **трахеиди**) за пренос на вода и растворени минерални материи, и **флоем** (**ситести цевки** и **клетки придружнички**) за пренос на органски материи. Спроводните ткива можат да се групираат во **спроводни снопчиња** (комбинирани ткивни системи) кои можат да бидат **коллатерални** (отворени и затворени), **биколлатерални**, **концетрични** и **радијални**.
- ✓ **Корен** е основен вегетативен орган со кој растението се прицврстува во почвата, ја обезбедува потребната вода и минерални материи за растот на растението. Може да е со примарна и секундарна градба; морфолошки се разликува **осен** и **брадест (жилест)** тип; метаморфозира како репка, грутка, корени за дишење, прикрупувачки, потпорни, кокилни и воздушни корени.
- ✓ **Стебло** е осен вегетативен орган, дел од изданок кој може да е едногодишен и повеќегодишен; кај тревести (зелјести) растенија стеблото има примарна, а кај дрвенести растенија и секундарна градба, при што има изразени разлики во примарната градба кај монокотиледони и дикотиледони растенија; метаморфозира во ризоми, столони, кртоли, луковици, трн, филокладии и кладодии.
- ✓ **Лист** е главен вегетативен орган за фотосинтеза кај растението, со големо разнообразие во однос на градба и морфологија кај прости и сложени листови; метаморфозира во ластари, трн, филодии, сочни сукулентни и листови кај инсективорни растенија.
- ✓ **Хербариум** е збирка на научно обработени, цели или делови од растенија (исушени и конзервирани), наменети пред сè за нивно проучување и колекционирање; има практично, научно, образовно, еколошко и историско значење; овозможува проучување, споредба и правилна класификација на растенијата.
- ✓ **Цвет** е генеративен орган специјализиран за полово размножување на скриеносемените растенија, изграден од чашка, венче (перијант) или перигон, прашници и плодник кај хермафродитни, а се јавува и како еднополов цвет кај еднодомни и дводомни растенија; морфолошки се разликуваат поединечни цветови, но и прости и сложени соцветија.

- ✓ **Опрашување** – **самоопрашување** (автогамија) и **вкрстено опрашување** (алогамија); типично самоопрашување е карактеристично за двополовите цветови кога зрелиот полен од прашниците паѓа на устенцето на толчникот од истиот цвет; вкрстено опрашување (алогамија), се јавува во два облика како соседно опрашување кое се случува кај растенија каде што со полен од еден цвет се опрашува плодникот на друг цвет на истото растение и типично вкрстено опрашување. помеѓу два цвета на две растенија од ист вид.
- ✓ **Оплодување** е процес во кој машката спермална полова клетка се спојува со женската полова јајце-клетка, со што започнува развој на нов организам; двојно оплодување следи по опрашување на цветот.
- ✓ **Семе** спаѓа во репродуктивни органи и има важна улога во размножувањето и опстанокот на растението; изградено е од: семена обвивка (семеница), ембрион и ендосперм (хранливо ткиво).
- ✓ **Плод** е репродуктивен орган на скриеносемените растенија кој се развива по успешното оплодување; морфолошки е преобразен плодник од чија плодница се развива плод, а од семените зачетоци се формираат семињата; изграден од егзокарп – надворешна, најчесто еднослојна обвивка (кора или лушпа на плодот), мезокарп – среден, повеќеслоен, месест и сочен дел, може да има и друга градба, и ендокарп – внатрешен слој; плодовите можат да бидат сочни и суви, прости и сложени, вистински и лажни плодови.
- ✓ **Расејување** е процес на пренесување и распространување на плодовите или семињата подалеку од мајчинското растение, со што се намалува конкуренцијата и се овозможува ширење на видот; се врши со ветер, со вода, со животни, со саморасејување, со помош на човекот.
- ✓ **Размножувањето** кај растенијата може да биде полово и бесполово (вегетативно); при полово размножување новата единка настанува како резултат на спојување на хаплоидна женска и машка полова клетка при што се формира диплоиден зигот од кој се развива нов организам; вегетативното размножување е бесполов начин при што од корен, стебло или лист се развива ново растение, кое е идентично (клон) со мајчиното.
- ✓ **Адаптации на растенија кон животна средина** – според формите на адаптации, растенијата се поделени во неколку групи: **хидрофити** (живот во вода), **хигрофити** (во влажна средина или на многу влажни почви), **мезофити** (умерена влажност во тропски и поладни подрачја) и **ксерофити** (за живот во сува средина и многу неповолни услови).

Прашања за повторување на Тема 3

1. Пополни ги празните места во табелата поврзувајќи ги karakteristikите на ткивото со неговата класификација и местоположба (во кој орган припаѓа):

Растителен орган	Тип на растително ткиво		Карактеристики на ткивото
	меристемско ткиво	трајно ткиво	
	апикален меристем		ткиво кое формира калиптра и дерматоген
			фотосинтетско ткиво диференцирано како палисаден и сунѓест тип
	страничен меристем	не	
			покривно ткиво, со кутикула, трихоми и стоми
	фелоген	не	
стебло, корен и лист	не	да	

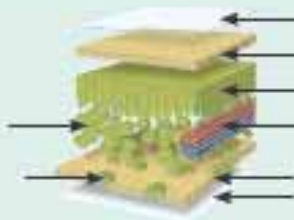
2. Образложи кога, на кој начин и од кои клетки настануваат секундарните меристеми и која е нивната улога во растението.
3. Одговори на следните прашања:
- Кои се основните делови во градбата на корен на надолжен пресек?
 - Од кои делови е изграден врвен стеблен меристем?
 - Што е пупка и од кои делови е изградена?
 - Од кои делови е изграден листот и каква е нивната функција?
4. Коренјата се разликуваат од стеблата по тоа што не поседуваат:
- спроводни снопиња
 - резервен паренхим
 - нодии и интернодии
 - секундарна градба
5. Кои од наведените ткива во тек на диференцирањето на клетките го губат јадрото и цитоплазмата?
- коленхим
 - апсорпциски паренхим
 - фотосинтетски паренхим
 - склеренхим

6. Означи ги типовите на снопињата и деловите од кои се изградени.



7. Градбата на коренот и стеблото кај дикотиледони и монокотиледони растенија се разликува по тоа што:
- дикотиледоните немаат централен цилиндер во стебло, а во корен тој е претставен со радијално снопче
 - монокотиледоните немаат централен цилиндер во стебло, а во корен тој е претставен со радијално снопче
 - дикотиледоните немаат изразена примарна кора во стебло и корен, а снопињата се распоредени без ред
 - монокотиледоните имаат изразена примарна кора во стебло и корен, а снопињата се распоредени кружно

8. Именувај ги означените делови на сликата:



9. Објасни ја постапката на хербаризирање на растенијата и значењето на хербариумската збирка.
10. Напиши ги латинските називи за колективните термини на деловите на цветот:
- чашка _____
- венче _____
- прашници _____
- плодник _____
11. Дополни ги празните места во речениците.
- Плодникот изграден од еден плоден лист е _____. Кога плодникот настанува со сраснување на поголем број плодни листови, тогаш е _____. Плодникот е изграден од _____, _____ и _____. Според позицијата на плодникот во однос на останатите цветни елементи, разликуваме _____, _____ и _____ плодник.

Опрашувањето започнува кога _____
_____.

Автогамија е _____, а алогоамија
се јавува како _____ и
_____.

Оплодувањето се врши во
_____ (именувај го делот од
плодникот).

12. Одговори на следните прашања:

- Каде се формираат машките, а каде женските полови клетки кај еднодомните и дводомните растенија?
- Како и каде се формира ембрионалната торбичка?
- Како е изграден еден прашник?
- Која е улогата на поленот во половото размножување на растенијата, каде се формира и како созрева?
- Што значи двојно оплодување, каде се одвива и со што резултира?

13. Поврзи го типот на опрашувањето со основните карактеристики со кои е условен тој процес.

Тип на опрашување	Карактеристики	број-буква
1. со ветер	а) цветови со убави обоени, миризливи ливчиња и нектарници	
2. со животни	б) опрашување над површината на водата или под вода	
3. со вода	в) вкрстено опрашување со цел добивање на сакани карактеристики	
4. вештачко опрашување со помош на човекот	г) големо количество полен што е лесен, сув и ситен	

14. Именувај ги означените деловите на сликите:



15. Дополни ги празните места во речениците.

Семето е изградено од _____,
_____ и _____.

Разлика во градбата на ембрионот кај
монокотиледони и дикотиледони е во бројот на
_____ и во количеството на _____.

Семето на монокотиледоните растенија има
мал _____, и затоа има добро развиен
_____, додека дикотиледоните имаат
голем _____ затоа што во неговите
_____ се складираат хранливите
материи.

16. Наведи ги начините на расејување на семињата и плодовите и образложи ги спецификите во нивната градба поврзани со олеснувањето на процесот на оддалечување од матичното растение.

17. Опиши го половото и вегетативното размножување кај растенијата, образложувај ги предностите, недостатоците и нивното значење за опстанокот на видовите.

18. Кога растителниот орган има епидермис со добро развиена кутикула, обраснува со трихоми или метаморфозира во трн, тогаш тоа е:

- стебло на хидрофитно растение
- лист на мезофитно растение
- лист на ксерофитно растение
- стебло на хигрофитно растение
- лист на хидрофитно растение

19. Објасни на кој начин и со кои адаптации се приспособуваат на условите во средината растенијата од групата на:

- хидрофити
- хигрофити
- мезофити



ТЕМА 4

БИОТЕХНОЛОГИЈА И ГЕНЕТСКИ ИНЖЕНЕРИНГ

- ▶ Применета биологија и генетски инженеринг
- ▶ Биотехнологија во индустријата и енергетиката
- ▶ Растителна биотехнологија
- ▶ Микробиолошка биотехнологија
- ▶ Форензичка биологија и биоинформатика
- ▶ Биотехнологија во медицината



Во оваа тема ќе научиш:

- да ја објасниш улогата на применетата биологија, биотехнологијата и генетскиот инженеринг во развојот на науката, индустријата и секојдневниот живот;
- да опишеш и споредиш биотехнолошки процеси кај растенијата, кај микроорганизмите и во индустријата и да ги поврзеш со концептот на одржлив развој;
- да ја објасниш примената на биотехнологијата во медицината и да препознаеш придобивки и ризици за здравјето и општеството;
- да примениш знаења од форензичка биологија и биоинформатика за да разбереш како се анализира и применува ДНК и да искажеш став за етичка и одговорна употреба на биотехнолошките технологии и научните податоци.

Воедно, ќе развиваш свесност за:

- етичките и општествените последици од примената на биотехнологијата, генетскиот инженеринг и вештачката интелигенција во науката, здравството и секојдневниот живот;
- одговорноста на науката и научниците при користење и заштита на генетските податоци, биолошките ресурси и животната средина;
- меѓусебната поврзаност помеѓу човекот, технологијата и природата, како и потребата од одржливи решенија што придонесуваат за здравје, квалитетен живот и зачувување на биодиверзитетот.

4.1 Применета биологија и генетски инженеринг

Потсети се!

- Што претставува ген?
- Што мислиш, дали човекот може да ја промени ДНК-молекулата на растенијата или на животните?

Биологијата не е само теоретска наука – таа има огромна применета вредност. Со помош на биолошки знаења и техники, човекот решава проблеми од секојдневниот живот: лекува болести, произведува храна, создава нови материјали и ја штити природата. Оваа практична примена на биологијата ја нарекуваме применета биологија. Таа претставува мост меѓу теоријата и секојдневниот живот.

Всушност, **применетата биологија** може да се дефинира како биологија во служба на човекот. Биологијата отсекогаш имала практична примена – од античките цивилизации кои користеле ферментација за правење леб и вино, преку откривањето на микроорганизмите и нивната улога во болести и ферментација (времето на Луј Пастер), до современиот развој на антибиотици, вакцини, како и нејзиното проширување во медицината, земјоделството, индустријата и заштитата на животната средина.

Така, денес применетата биологија се користи во различни области:

- **Медицина:** производство на вакцини, антибиотици, хормони (инсулин, хормон за раст), дијагностички тестови.
- **Земјоделство:** создавање отпорни сорти растенија, биолошка контрола на штетници, подобрување на приносите.
- **Индустрија:** ензими во детергенти, ферментација за производство на алкохолни пијалаци, биопластика.
- **Заштита на животната средина:** користење микроорганизми за чистење на загадени почва и вода, повторно искористување на отпад и сл. На пример: некои бактерии можат да ја разградуваат нафтата и се користат за чистење на нафтени дамки во морињата.



Употреба на микроорганизми за чистење на нафтени дамки во морињата

Биотехнологијата претставува наука што користи живи организми, клетки или нивни производи за да создаде корисни материјали и услуги. Тоа може да биде ензим, хормон, протеин или енергија. Примери за биотехнолошки процеси се производство на храна (ферментација со квасец *Saccharomyces cerevisiae* за производство на леб, пиво и вино), производство на лекови (рекомбинантен инсулин произведен со бактерии, вакцини добиени со генетски инженеринг), производство на енергетски ресурси (биогаз од органски отпад, биодизел од алги) итн.

Биотехнологијата претставува еден вид на „практична применета биологија“ којашто користи природни процеси за да создаде храна, лекови, енергија и материјали. Може да биде традиционална (ферментација, селекција на растенија) или модерна (генетски инженеринг, синтетичка биологија).



Биодизелот се добива со примена на биотехнологија

БИОИНЖЕНЕРИНГ

Биоинженерингот претставува област што ги комбинира знаењата од биологија, хемија, физика и инженерство. На пример, во медицината биоинженерите развиваат биопротези, вештачки органи и решенија за внес на лекови, во земјоделството се создаваат растенија отпорни на суша или на штетници, додека пак во индустријата се користат микроорганизми како мали биолошки фабрики за производство на ензими, хормони и биогорива.

Биоинженерингот се појавил како дисциплина во втората половина на XX век. Тогаш првпат се појавиле првите биомедицински апарати како што се вештачки срцеви залистаци.



Модел на срцев залисток добиен по пат на биоинженеринг

ГЕНЕТСКИ ИНЖЕНЕРИНГ И ГЕНЕТСКИ МОДИФИЦИРАНИ ОРГАНИЗМИ (ГМО)

Генетскиот инженеринг претставува техника со која се менува или пренесува генетската информација (ДНК) од еден организам во друг. Целта е да се создаваат бактерии кои произведуваат лекови, растенија отпорни на суша или штетници, организми со подобрени особини, итн.

Постапката вклучува изолација на посакуваниот ген, негово вметнување во плазмид и трансформација на микроорганизам или клетка. Генетскиот инженеринг започнал да се развива во 1970-тите години, кога научниците првпат научиле да комбинираат ДНК од различни организми – процес наречен рекомбинантна ДНК-технологија. Во 1973 година, Херберт Бојер и Стенли Коен првпат создале рекомбинантни бактерии во лабораторија. Подоцна се појавил првиот рекомбинантен лек – инсулин произведен со бактерии, што претставува огромен напредок во медицината.

Кога со генетски инженеринг се менува ДНК на растенија, животни или микроорганизми се добиваат **генетски модифицирани организми (ГМО)**. На овој начин се добиваат ГМО-растенија (пченка што содржи ген од бактерија и така станува отпорна на инсекти,



Генетски инженеринг – процес кој може да се користи за вметнување или отстранување на гени

соја отпорна на хербициди, ориз со дополнителни витамини), ГМО-животни (риби што растат побрзо, кози што произведуваат лековити протеини во млекото) или ГМО-микроорганизми (квасец за производство на аромати и ензими).



Изртенн семинџа од ГМО-растенија одгледувани на мраз за да се тестира нивната отпорност на ниски температури



Генетски модифициран домаг

Активност

Постер „Биологија за подобар свет“

Направи постер или инфографик со примери за применета биологија во медицината, земјоделството, индустријата и екологијата. Постерот претстави го пред сите.

Прашања за повторување

1. Што претставува применета биологија?
2. Наведи три области каде што се користи применета биологија.
3. Што е генетски инженеринг? Наведи еден негов практичен пример.
4. Што претставува биоинженеринг? Наведи еден пример.
5. Што се ГМО? Наведи неколку примери.

Интересна биологија

- ГМО-пченка и соја денес се најчесто користени култури во светот – тие се отпорни на инсекти и суша, а со тоа обезбедуваат стабилна храна за милијарди луѓе.
- Генетски модифицираниот кромид, создаден од истражувачки тим од Нов Зеланд во 2008 година, е со отстранети ензими кои предизвикуваат солзење кај луѓето. Овој генетски модифициран кромид има и повеќе здравствени придобивки од обичниот кромид.

4.2 Синтетичка биологија и CRISPR-технологија

Потсети се!

- Што е генетски инженеринг?
- Како е изградена една ДНК-молекула?

Синтетичка биологија е современа област што оди чекор понатаму од генетскиот инженеринг – таа не само што менува постоечки гени, туку и **дизајнира нови биолошки системи**. Целта е да се создадат клетки со сосема нови функции, како производство на биосензори за откривање загадувачи.

Синтетичката биологија има корени во технологијата за рекомбинантна ДНК, кога научниците првпат успеале да спојат гени од различни организми. Во 1980-тите години се произвел првиот рекомбинантен инсулин со помош на бактерии. Во 2000-тите се појавила идејата за „BioBricks” – генетски делови што можат да се комбинираат како леѓо-коцки за да се создадат нови биолошки системи. Во 2010 година бил направен првиот синтетички геном, односно вештачка ДНК ставена во клетка која почнала да функционира и да се дели. Ова се смета за прв пример на „вештачки живот”.

Примери за синтетичка биологија се:

- Синтетички имунолошки клетки – можат да препознаваат и уништуваат тумори.
- Биосензори – клетки што светат или менуваат боја кога ќе откријат загадувач во вода. На пример, бактерии што светат ако има арсен, па така можат да се користат како евтин тест за загадена вода.
- „Golden Rice” (Златен ориз) – ориз што е генетски подобрен да произведува β -каротен (провитамин А). Овој витамин помага да се спречи слепило кај деца во земји каде што има недостиг од витамин А.



„Golden Rice” на оризови полиња

CRISPR-Cas9 технологија (*Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats* – *Кратки палиндромни повторувачки секвенци групирани во редовни интервали*) е револуционерна алатка за уредување на геном што се користи за промена на делови од геномот со отстранување, додавање или менување на делови од ДНК. Откриена е како природен одбранбен механизам кај бактериите, а денес се применува во медицината, земјоделството и биотехнологијата.

Бактериите имаат свој „имунолошки систем”, односно природен начин да се бранат од вируси што ги напаѓаат. Тие користат посебни делови од својата ДНК, наречени CRISPR секвенци, за да запомнат кои вируси ги нападнале. Кога повторно ќе се појави истиот вирус, бактеријата користи ензим наречен Cas9 за да го исече вирусниот ген и да го уништи. Во 2012 година двајца научници (Емануел Шарпанте и Џенифер Дудна) покажале дека овој систем може да се користи како алатка за прецизно уредување на гени кај кој било организам. За ова откритие тие ја добиле Нобеловата награда за хемија во 2020 година.

CRISPR технологијата се користи во многу области. Во медицината се тестира за лекување наследни болести како српеста анемија (со CRISPR се коригира генот што предизвикува дефект во хемоглобинот), а се истражува и за терапии против рак. Во земјоделството се создаваат култури

отпорни на суша, инсекти и болести. Во екологијата научниците работат на комарци кои не пренесуваат маларија. Во биотехнологијата се развиваат микроорганизми што можат да разградуваат пластика или да создаваат биогорива.

Денес биоинженерингот, генетскиот инженеринг, синтетичката биологија и CRISPR технологијата се дел од современата биотехнологија која има огромен потенцијал да го подобри животот на луѓето и да реши глобални проблеми.

Сепак, со големата моќ доаѓа и голема одговорност. При примената на овие технологии, денес се отвораат и многу етички дилеми за можни непредвидливи ефекти врз екосистемите, како и за злоупотреба во неконтролирани услови. Етички дилеми постојат во сите области каде што овие технологии се применуваат. На пример: дали е оправдано да се уредуваат човечки гени за лекување наследни болести? Што ако технологијата се користи за „дизајнирање“ на бебиња со одредени особини? ГМО-растенијата можат да бидат отпорни на суша и на штетници, но дали нивното ширење може да влијае на традиционалното земјоделство? Кој има право да одлучува за користење на овие технологии, научниците, владите или граѓаните?

Сите овие технологии треба да се користат одговорно. Тоа значи дека покрај научниот напредок, мора да има и етичка дискусија и внимателна проценка. Потребна е регулација и разговор за придобивките и ризиците. Одговорниот пристап значи да се најде рамнотежа меѓу научните можности, етичките вредности и долгорочната корист за луѓето и природата.

Активност

Дебата „За и против ГМО“

Поделете се на две групи: една што ги брани придобивките од ГМО (повисоки приноси, отпорност на суша, намалување на употреба на пестициди), и една што ги истакнува ризиците (етички прашања, зависност од компании).

Секој тим нека подготви аргументи што ќе ги презентирате на дебата.

Прашања за повторување

1. Објасни ја разликата меѓу генетски инженеринг и синтетичка биологија.
2. Што претставува CRISPR-технологијата? Кои се нејзините придобивки и ризици?
3. Што се постигнува со CRISPR-технологијата?
4. Кои се придобивките од биотехнологијата за одржлив развој?

Интересна биологија

- Синтетичката биологија овозможува создавање на целосно нови организми – на пример, бактерии кои светат во темнина или микроорганизми што можат да разградуваат пластика.
- Човечкиот геном содржи околу 20 000 гени што кодираат протеини. Ако се земат предвид сите гени (вклучувајќи ги и некодирачките), бројката е близу 79 000. Со CRISPR може да се уредува еден единствен ген и да се промени цела особина (на пример: отпорност на болест).

4.3 Биотехнологија во енергетската индустрија

Потсети се!

- Кои видови енергија ги користиме најчесто во домаќинствата и транспортот?
- Што се фосилни горива?

Енергијата што ја користиме за индустрија, домаќинства и транспорт најчесто доаѓа од фосилни горива — јаглен, гас и нафта. Но, нивното користење е главна причина за зголемување на стакленичките гасови во атмосферата, што доведува до климатски промени.

Затоа науката бара други решенија и се насочува кон обновливи извори на енергија, кои имаат помало влијание врз природата. За тоа денес се користи биотехнологијата. Со неа од биолошки материјали може да се добијат биогорива што испуштаат помалку стакленички гасови. Такви примери се биогоривата — биогаз, биоетанол и биодизел. За нивно добивање се користи отпадот и растителните остатоци.

Табела: Споредба на биогорива и фосилни горива

Карактеристика	Биогорива	Фосилни горива
Потекло	Растителни остатоци	Нафта, јаглен, природен гас
Обновливост	Обновливи (се создаваат повторно)	Необновливи (се исцрпуваат)
Време на формирање	Години до децении	Милиони години
Еколошки ефект	Помала емисија на стакленички гасови, биораспадливи нуспроизводи	Голема емисија на CO ₂ , загадување
Енергетска независност	Може да се произведуваат локално	Зависност од увоз и глобални пазари

Биогоривата се енергетски материјали добиени од органски отпад. Тие можат да бидат течни (биоетанол, биодизел), гасовити (биогаз) или цврсти (дрвени пелети). Претставуваат обновлив извор на енергија бидејќи се создаваат преку природни циклуси (растење на растенија, ферментација, биолошка разградба). За разлика од фосилните горива (нафта, јаглен, природен гас), кои се формираат милиони години и се необновливи, биогоривата се достапни и обновливи.

Биогазот претставува мешавина од метан (CH₄) и јаглерод диоксид (CO₂), која настанува при разградување на органски материји во бескислородна средина (анаеробна ферментација).



Модерна фабрика за биогаз

За добивање на биогаз се користи органски отпад: животински измет, растителни остатоци и/или отпадна храна. Вака добиениот биогаз се користи за греење и готвење во домаќинства, за производство на електрична енергија во биогазни постројки, а исто така и како гориво за возила (компресиран биогаз). Со негово производство и примена се намалува отпадот и загадување, но исто така се обезбедува обновлив извор на енергија.

Биоетанол претставува алкохол (C_2H_5OH) добиен со ферментација на шеќери (алкохолна ферментација) од растителни сировини. Како сировини може да се користат пченка, шеќерна трска, пченица или целулозни материјали, додека како работен микроорганизам се користи квасец (*Saccharomyces cerevisiae*) кој ги претвора шеќерите во етанол.

За добивање на биоетанолот растителните сировини мора да поминат низ преттретман во кој скробните или целулозните материјали (пченка, шеќерна трска, дрвна биомаса) се разградуваат до едноставни шеќери (скробот се разградува до глукоза со ензими амилази, или целулозата се разградува до глукоза со целулази). Потоа следува процес на ферментација во кој квасецот *Saccharomyces cerevisiae* ги претвора шеќерите во етанол и CO_2 . На крај од процесот следува дестилација, каде што биоетанолот се прочистува и концентрира.

Вака добиениот биоетанол се користи како адитив во бензин (мешавини E10, E85), во индустријата за производство на растворувачи и хемикалии, како и во фармацијата и козметиката. Со негово користење се намалува емисијата на штетни гасови, а исто така се намалува и увозот на нафта. На пример, во Бразил, биоетанолот од шеќерна трска се користи масовно како гориво за автомобили (мешавини E85).

Биодизел е гориво добиено од растителни масла или животински масти, или од отпадни масла од прехранбена индустрија. Биодизелот се користи како замена или адитив за дизел гориво во мотори. Со негово користење се намалува емисија на сулфурни соединенија и на честички. Во Австрија, биодизелот од масло од репка се користи за јавен транспорт и земјоделски машини.



Активност**1. Дискусија во групи**

Наставникот ќе ве подели во групи и ќе ви додели една тема: биогаз, биоетанол, биодизел. Во рамки на групата дискутирајте како се добива, каде се користи и кои се предностите/недостатоците. Презентирајте ги резултатите пред другите ученици.

2. Дебата

Дебатирајте на темата „Дали е оправдано да се користи земјоделско земјиште за производство на биогорива наместо за храна?“ Земете ги предвид етичките и економските аспекти.

3. Креативна задача

Осмисли и направи кратка презентација за важноста на биогоривата за заштита на животната средина. Користи слики, симболи и кратки пораки за да ја пренесеш идејата.

Прашања за повторување

1. Кои се главните разлики меѓу обновливите и необновливите извори на енергија?
2. Што се биогорива и од што може да се добијат?
3. Зошто биогоривата се сметаат за подобра алтернатива на фосилните горива од аспект на животната средина?

Интересна биологија

- Еден од главните стакленички гасови што се ослободува со горење на фосилни горива е јаглерод диоксид кој придонесува за околу 65 % од глобалното затоплување.
- Биогазот може да се произведува дури и од отпадна храна – еден тон отпад може да генерира енергија доволна за едно домаќинство во текот на цел ден.
- Биодизелот може да се добие и од отпадно масло за готвење – со тоа се намалува загадувањето и се добива корисно гориво.
- Производството на биогорива е дел од циркуларната економија – отпадот станува сировина, а енергијата се враќа во системот.

4.4 Биотехнологија во индустријата

Потсети се!

- Кои резервни материји можат да се најдат во бактериите?
- Што мислиш, колку години треба да поминат за едно пластично шише да се разгради во природата?
- Каде во секојдневието најчесто ја среќаваш пластиката и што се случува со неа кога ќе ја фрлиш?

Земјоделството, кое ни ја обезбедува храната, произведува многу остатоци и отпад што често завршуваат во природата и ги загадуваат водата, почвата и воздухот. Наместо овој отпад да се фрла на депонии и да придонесува за глобално затоплување, биотехнологијата нуди решение: претворање на остатоците во биополимери. Така не само што се користи отпадот, туку се создаваат нови материјали што можат да се применуваат во индустријата, медицината и секојдневието.

Биополимерите се опишуваат како материјали што ги создаваат микроорганизми. Микроорганизмите функционираат како „минифабрики“ кои можат да го претворат јаглеродот и азотот од отпадот во различни видови биополимери. Денес, многу од нив веќе се користат во нашиот живот, на пример во пластика, бои и други материјали. Микробните биополимери се подобри од синтетичките затоа што лесно се разградуваат во природата, поевтини се и не се токсични за човекот и животната средина.

Според нивното потекло, тие се делат во три групи: биополимери добиени од бактерии, биополимери од габи и биополимери од алги.

Најпознати и најкористени биополимери во секојдневниот живот се бактериската целулоза и ксантанската гума.

БАКТЕРИСКА ЦЕЛУЛОЗА

Земјоделските остатоци, отпадот од храна и индустриските остатоци може да им ги дадат на бактериите хранливите материји што им се потребни за да создадат бактериска целулоза. Примери за сировини што се користат за добивање бактериска целулоза се меласа (неспроизвод од шеќерната индустрија), отпадни раствори од индустријата за кондиторски производи, луспи од овес, стебленца од пченка, овошни сокови, текстилен отпад на база на памук, отпадни води од индустриите за ферментација итн.

Целулозата што ја создаваат бактериите има предности во споредба со онаа од растенија. Таа е многу почиста (нема лигнин и други мешавини), има подобри механички и термички својства, трае подолго и може да задржи повеќе вода.

Поради овие карактеристики, денес се користи во медицината (за преврски за рани, импланти, носачи на лекови), во прехранбената индустрија (како згуснувач и стабилизатор) и во текстилната индустрија (како замена за синтетички влакна).



Бактериска целулоза произведена со помош на бактерии

КСАНТАНСКА ГУМА

Одредени бактерии произведуваат ксантанска гума. Таа лесно се раствора во ладна вода и има посебни својства што ја прават корисна во многу области. За нејзино производство најчесто се користат шеќери како глюкоза и сахароза.

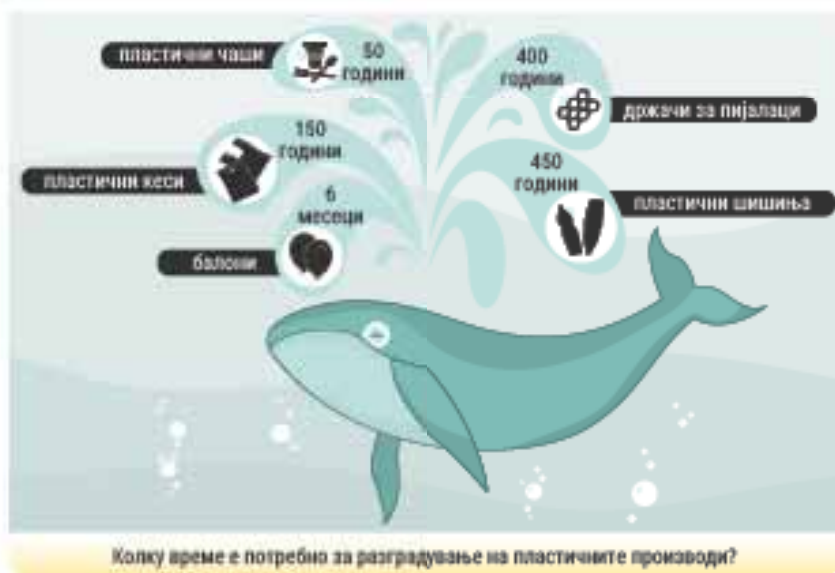
Ксантанската гума се применува во прехранбена индустрија (како згуснувач во сосови, во преливи за салата, како стабилизатор што спречува раздвојување на течности и цврсти состојки), во козметика и фармација (во пасти за заби, креми и гелови за подобра текстура и стабилност), и во нови технологии (за јадливи филмови и премази што го продолжуваат рокот на траење на овошјето и зеленчукот).



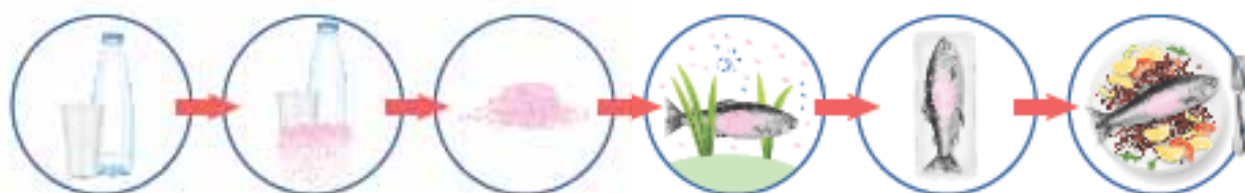
Раствор на ксантанска гума, додаток во исхраната (адитив E415), која е природен згуснувач

БИОПЛАСТИКА

Пластиката е една од најважните иновации на XX век, но нејзината масовна употреба доведе до големо загадување. Таа е синтетички полимер кој не се разградува и може да остане во природата со векови. Секојдневните производи како шишиња, кеси и пакувања, по употребата стануваат отпад што го нарушува еколошкиот баланс.



Со текот на времето, пластиката се распаѓа на микропластика – ситни честички што лесно навлегуваат во водата, почвата, дури и во синџирот на исхрана. Тие се акумулираат во организмите и претставуваат закана за природата и за здравјето на луѓето. Поради тоа потребно е да се најде друго решение.



Микропластика во синџирот на исхрана

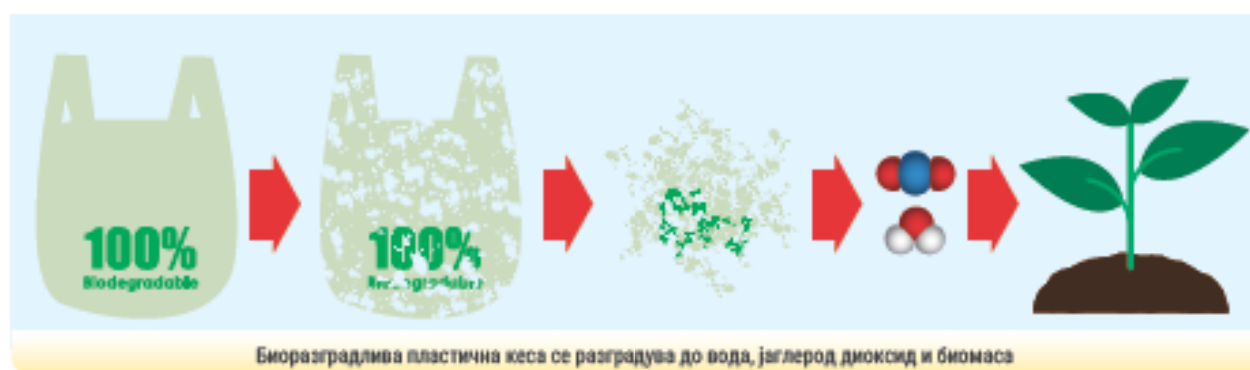
Биопластиката се добива од биолошки сировини и може природно да се разградува без да создава штетни остатоци. Таа се произведува со помош на микроорганизми кои синтетизираат природни полимери. Овие материјали се биоразградливи, безбедни за организмите и погодни за индустриско производство.

Главни видови биопластика кои денес се користат се: полихидроксиалканоеати (PHA) – се користат за медицински импланти и пакување, полилактична киселина (PLA) – се користи во пакување на храна, биомедицински материјали и текстил, скробни биопластики – се користат за еднократни производи како кеси, прибор и пакување, целулозни биопластики – се користат за пакување и текстил и сл.

Табела: Различни видови на биопластика, сировини од кои се добиваат, примена и време на разградување

Вид на биопластика	Сировини	Примена	Време на разградба
PHA (полихидроксиалканоеати)	Шеќери, растителни масла, глицерин (отпад од биодизел индустрија)	Биоразградлива пластика, медицински импланти, пакување	1–3 години (во природни услови)
PLA (полилактична киселина)	Шеќери од пченка, шеќерна трска, отпадни биомаси	Пакување, биомедицински материјали, текстил	6 месеци – 2 години (во индустриски компост)
Скробни биопластики	Скроб од компири, пченка, отпадни сировини од прехранбена индустрија	Еднократни производи (кеси, прибор), пакување	Неколку месеци – 1 година
Целулозни биопластики	Целулоза од дрво, памук, отпадни растителни влакна	Целофан, филмови, текстил, пакување	1–5 години (зависно од условите)

Сите овие материјали имаат една заедничка цел – да ја заменат класичната пластика со еколошки поповолни и биоразградливи решенија.



Активност

1. Добивање биопластика од скроб

- Стави 1 лажица скроб во сад, додади 4 лажици вода и 1 лажица глицерин.
- Додади 1 лажица оцет и добро промешај ја смесата за да се добие хомогена течност без грутки.
- Стави ја смесата на електрична плоча.

- Загревај на умерена температура (околу 70–80 °C). Постепено мешај додека течноста не стане погуста и прозирна.
- Истури ја густата смеса врз рамна површина и распредели ја рамномерно во тенок слој.
- Остапи ја смесата да се суши 24–48 часа на собна температура.

Со оваа постапка успешно се добива тенок и флексибилен биопластичен филм од скроб. Експериментот покажува дека природни сировини како скробот, во комбинација со вода и глицерин, можат да се трансформираат во материјал сличен на пластика, но кој е биоразградлив и еколошки поповолен. Овој едноставен експеримент ја потврдува можноста за добивање алтернативи на класичната пластика, кои би можеле да се користат за еднократни производи и да придонесат за намалување на загадувањето.

2. Дискусија

Спореди го добиениот примерок од биопластика со примерок од класична пластика. Наведи ги сличностите и разликите кои постојат помеѓу двата примероци.

3. Експеримент

- Изамери ја и забележи ја масата на двата примероци (биопластиката и класичната пластика).
- Наполни еден поголем сад со почва.
- Закопај ги двата примероци во почвата и остапи го садот на собна температура.
- По два месеци извади ги примероците, исчисти ги од почвата и повторно изамери ги.

Биопластиката, која е биоразградлива, е распадната, и затоа нејзината маса ќе биде помала, за разлика од класичната пластика, чија маса ќе остане непроменета.

Прашања за повторување

1. Кои предности ги има биопластиката во споредба со класичната пластика?
2. Како биотехнологијата може да помогне во намалување на климатските промени?
3. Кои се најпознатите целулозни биопластики и во кои области се применуваат?
4. Зошто биопластиката се смета за дел од глобалната одржливост и циркуларната економија?
5. Што е микропластика и зошто претставува закана за екосистемите и човековото здравје?

Интересна биологија

- Ксантанската гума е биоразградлива и се смета за безбедна адитивна супстанца (E415). Има способност да ја задржи вискозноста дури и при екстремни температури и pH-вредности, што ја прави многу корисна во различни индустрии. Некои биопластики базирани на скроб се користат за производство на јадливи филмови за пакување слатки или таблети – замисли пакување што се јаде заедно со производот!
- Целофанот всушност е една од првите биопластики – откриен е уште во 1908 година.
- Остатоците од индустријата за биодизел (глицерин) можат да се претворат во сировина за производство на РНА. Тоа е пример за циркуларна економија – отпадот станува сировина.
- Остатоци од микропластика откриени се дури и во човечка крв и плацента, додека биопластиката се разградува до природни соединенија како вода и јаглерод диоксид, без да создава токсични честички.

4.5 Растителна биотехнологија – Култура на растителни ткива

Потсети се!

- Кои се главните делови на растението?
- Што значи ткиво?
- Што значи некој предмет да е стерилен?

Растителната биотехнологија е современа наука која им помага на растенијата да растат подобро и да се зачуваат за идните генерации. Таа се потпира на знаења од биологијата и на различни лабораториски техники. Со нивна примена, научниците можат да создадат здрави садници, да заштитат ретки растителни видови и да развијат нови сорти со подобри својства (на пример, сорти што даваат поголем принос или се отпорни на болести).

Значењето на растителната биотехнологија е големо и се гледа во повеќе области. Во земјоделството, таа овозможува брзо и масовно размножување на култури што се корисни за човекот. Во екологијата, биотехнологијата придонесува за зачувување на ретки и загрозени растенија преку техники како одгледување на растителни ткива или нивно замрзнување за подолг период. Во фармацијата и индустријата, растителните клетки се користат за производство на лекови, ароми и други корисни материји во контролирани услови.

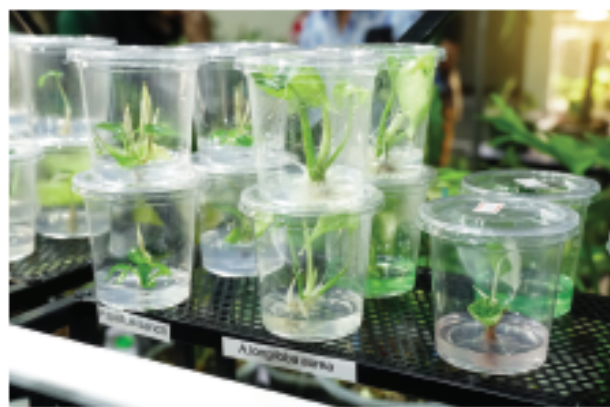
КУЛТУРА НА РАСТИТЕЛНИ ТКИВА

Културата на растителни ткива е метод со кој растителни клетки или мали делови од растенија се одгледуваат во стерилни лабораториски услови. Тоа значи дека растението се развива надвор од природната средина, во контролирани услови, каде што нема опасност од бактерии или други загадувачи.

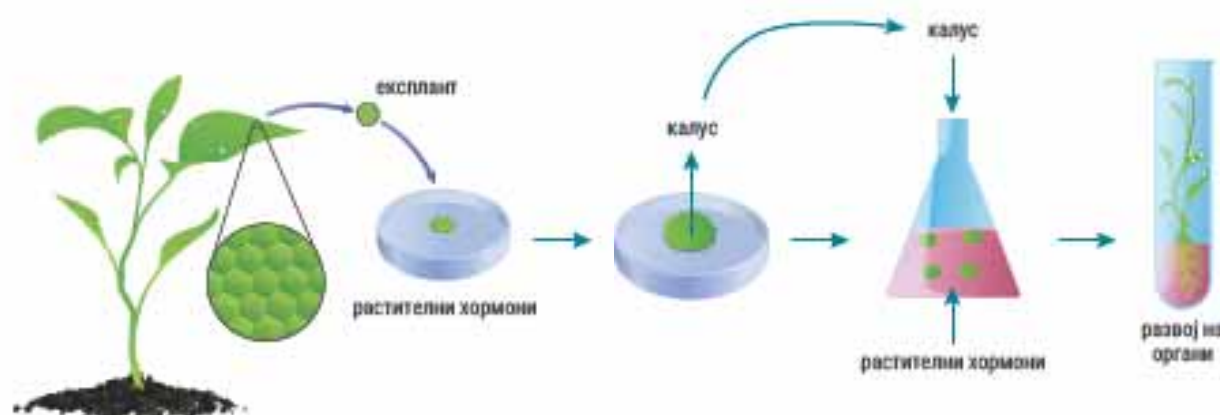
Основата на културата на ткива е една посебна способност на растителните клетки – **тотипотентноста**. Таа значи дека една единствена клетка може да се развие во цело растение. Со правилна комбинација на хранливи материји и растителни хормони, клетките можат прво да формираат маса од недиференцирани клетки (**калус**), потоа да се организираат во органи, и на крај да се добие цело растение.

Оваа техника, наречена ***in vitro* култура**, се развила во средината на XX век и денес е основен инструмент во растителната биотехнологија и земјоделството. Таа овозможува од мал дел од растение – наречен експлант – да се добијат здрави и генетски идентични растенија.

Основните чекори во културата на растителни ткива се стерилизација, поставување на експлант во соодветен медиум, контролиран раст и регенерација, а потоа аклиматизација на добиените растенија. Секој чекор е критичен за успехот на *in vitro* процедурите.



Културата на растителни ткива е техника што се користи за одгледување растителни клетки во стерилни услови



Основни чекори во културата на растителни ткива

Изборот на експлант (меристем, лист, пупка или коренче) е првиот и чекор за *in vitro* одгледување. Експлантот се сече со стерилни инструменти на мали парчиња и површински се стерилизира со соодветни средства за да се отстранат микроорганизмите. Експлантот се поставува во стерилни садови со хранлива подлога што обезбедува материји потребни за раст на клетките. Така подготвен, се инкубира во контролирани услови: температура (обично 20–26 °C), период на светло-темно, интензитет на светлина и релативна влажност. Редовно се следи за појава на калус (недиференцирано растително ткиво со способност да се развие во различни ткива).



Добие калус при култура на ткиво

Откако ќе се формираат нови изданоци и листови, растенијата се префрлаат на медиум што поттикнува вкоренување. По формирањето на корени, растенијата се поставуваат за аклиматизација – се префрлаат во стерилна почвена смеса или перлит/песок во контролирани услови и постепено се адаптираат за надворешни услови (намалување на влажноста, зголемување на светлината) за да се намали шокот и смртноста.

Во лабораторија се организираат посебни простории за подготовка на медиуми, стерилизација, трансфер и инкубација. Безбедносни мерки вклучуваат работа во ламинарни комори, употреба на лична заштитна опрема и правилно отстранување на биолошки отпад.



Раст на растенијата во стерилни услови во култура на растителни ткива

Асептички (стерилни) техники за работа со растителен материјал во *in vitro* услови

ЗНАЧЕЊЕ НА РАСТИТЕЛНАТА БИОТЕХНОЛОГИЈА И *IN VITRO* КУЛТУРАТА

Растителната биотехнологија е наука која им помага на луѓето да одгледуваат растенија на побрз и поефикасен начин. Со помош на лабораториски техники, научниците можат да зачуваат семиња, да замрзнат растителен материјал за подолго време и да создаваат култури од растителни ткива. На тој начин се штитат ретки и загрозувани растителни видови, без да се уништува нивната природна популација.

Освен тоа, биотехнологијата овозможува земјоделските култури да станат поквалитетни и поотпорни, а од растителните клетки може да се добиваат корисни производи како лекови, ароми и бои.

Оваа област е многу важна бидејќи придонесува за одржливо земјоделство, заштита на разновидноста и создавање нови производи што им користат на луѓето.

Кога се применува правилно, *in vitro* одгледувањето, односно растење на растенија во лабораторија, овозможува за кратко време да се добијат многу идентични растенија, здрави садници без вируси и зачувување на ретки видови.

Активност

1. Истражи и презентирај

Поделете се во групи. Изберете едно растение (на пример: орхидеја, банана, компир) и истражете дали и како културата на ткива се користи за негово размножување. Презентирајте го вашето истражување.

2. Дебата

Поделете се во две групи. Дебатирајте на тема „Дали културата на растителни ткива е подобра од традиционалното размножување?“ изнесувајќи аргументи за и против.

Прашања за повторување

1. Што значи поимот *in vitro*?
2. Објасни што е култура на растителни ткива.
3. Какво значење има растителната биотехнологија?

Интересна биологија

- Готлиб Хаберлант, австриски ботаничар (1854–1945), е познат како „татко на културата на растителни клетки“, бидејќи уште во 1902 година ја дал идејата дека поединечни растителни клетки можат да се одгледуваат и регенерираат во вештачки услови. Иако тогаш не успеал да ја реализира, неговата визија станала основа за целата модерна растителна биотехнологија.
- Орхидеите, кои се многу тешки за размножување со семе, денес масовно се произведуваат преку *in vitro* култура на ткива. Ова овозможува производство на милиони идентични растенија за комерцијална продажба и зачувување на ретки видови.
- Бананите, кои често страдаат од вирусни инфекции, успешно се размножуваат преку меристемска култура. Така се добиваат здрави садници без вируси, што е клучно за глобалното производство.

4.6 Растителна биотехнологија – Микроразмножување и клонирање кај растенијата

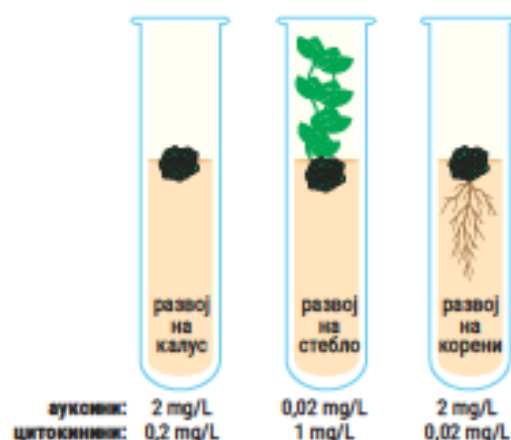
Потсети се!

- Кои растенија се нарекуваат ендемични растенија?
- Дали си слушал/а за зборот „клон“ во секојдневниот живот? Што мислиш дека значи?
- Кои ткива кај растенијата се нарекуваат меристемски?

Микроразмножувањето е една од најважните техники во растителната биотехнологија. Со неа, од едно мало парче растително ткиво – па дури и од една единствена клетка – може да се добијат многу нови растенија.

Процесот започнува со избор на експлант – врв од растението, парче лист или пупка. Експлантот се става во стерилни услови, на хранлив медиум кој содржи минерали, витамини, шеќери и растителни хормони. Тие му овозможуваат на растението да расте и да се развива.

На почеток, клетките од експлантот брзо се делат и создаваат калус – маса од недиференцирани клетки. Калусот е важен бидејќи од него може да се развијат корени или пупки, зависно од додадените растителни хормони.



Диференцијација на клетките при различен однос на растителни хормони (ауксини и цитокинини)

Следува фазата на органогенеза, кога од калусот се развиваат целосни растенија со сите органи. Секое ново растение е генетски идентично со оригиналното, што значи дека се добиваат **клонови**. Ова е многу корисно за земјоделството и хортикултурата, бидејќи обезбедува стабилни својства (отпорност на болести, висока продуктивност или декоративна вредност).



На крај, растенијата минуваат низ аклиматизација, односно постепено се пренесуваат од лабораторија во природна средина (почва или стакленик). Во оваа фаза тие се навикнуваат на светлина, температура и влажност и стануваат подготвени за понатамошно одгледување.



Аклиматизација на растенијата

ПРИМЕНА НА КЛОНИРАЊЕТО КАЈ РАСТЕНИЈАТА

Клонирањето во земјоделството е техника со која земјоделците можат да добијат голем број идентични растенија од една успешна сорта. На тој начин се обезбедува стабилен принос, отпорност на болести и задржување на посакуваните својства.

Кај култури како компир, банана или шеќерна трска, клонирањето се користи за да се отстранат вирусни и други инфекции. Така се добива здрав саден материјал кој расте предвидливо и дава сигурни резултати.

Оваа техника овозможува и брзо ширење на нови елитни линии. Ако една сорта е особено успешна, таа може да се умножи за кратко време и да се користи во сезоните кога е најпотребна. На пример, кај компирот клонирањето гарантира еднаков раст и подобар квалитет, а кај бананата обезбедува ист вкус, изглед и трајност.

Во хортикултурата, клонирањето се користи за зачувување на убавината кај украсните растенија, како кај орхидеи, рози, сукуленти. Со него се задржуваат точната боја, формата и времето на цвetaње, што е важно и за производителите и за купувачите.

Клонирањето има значење и за заштита на ретки видови. Кога популациите се мали, растенијата можат да се размножуваат во лабораторија без да се уништуваат природните единки. Така се спречува нивно исчезнување и се зачувува генетскиот ресурс.



Расадник и плантажа каде што се одгледуваат орхидеи со строго дефинирани карактеристики



Нови сорти на орхидеи добиени со процес на клонирање



Пример за спасување на биодиверзитет со помош на клонирање се домати

Дополнително, постои и криоконзервација, односно процес на замрзнување на клонални линии и клетки за долгорочно чување. Ова е особено важно за орхидеи и ретки планински видови, каде што природните услови се непредвидливи.



Криоконзервацијата на ендемски и загроени растенија

Активност

Истражи и презентирај

Поделете се на помали групи. Секоја група ќе добие едно растение (комбир, банана, орхидеја, јагода). Истражете на интернет како се користи микроразмножувањето кај тоа растение и презентирајте пред другите соученици.

Прашања за повторување

1. Што претставува микроразмножување и во какви услови се изведува?
2. Што е експлант и која е неговата улога во процесот?
3. Што значи поимот „клон“ кај растенијата?
4. Кои се предностите на клонирањето кај растенијата во споредба со размножување со семе?

Интересна биологија

- Американскиот ботаничар Луис Кнудсон успеал да изрти семе од орхидеи во лабораториски услови без потреба од симбиоза со габи. Ова се смета за првиот голем чекор во културата на растителни ткива.
- Истражувачот Гавино Ротор развил метод за размножување на орхидеи (*Phalaenopsis*) преку култура на ткива. Тоа е првиот пример за практично клонирање на растенија во лабораторија.
- Научникот Фредерик Стјуарт со соработниците успеал да добие целосни растенија од клетки на морков. Ова е првиот случај каде што од недиференцирани клетки се добиваат ембриони и целосни растенија – доказ за тотипотентноста на растителните клетки.

4.7 Производство на ферментирани прехранбени производи

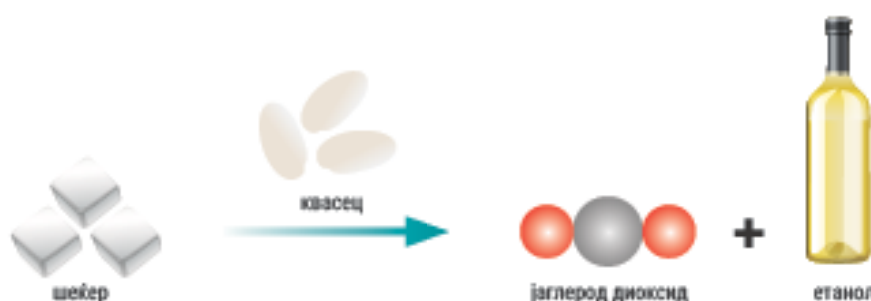
Потсети се!

- Што се микроорганизми и каде ги среќаваме во секојдневниот живот?
- Дали сите микроорганизми се штетни за човекот? Објасни.
- Што се случува со млекото кога стои на топло место?
- Кој зеленчук традиционално се кисели кај нас и зошто?

Ферментација претставува биохемиски процес во кој микроорганизмите (бактерии, квасци, мувли) ги разградуваат органските материи, најчесто шеќерите, при што создаваат други соединенија, како млечна киселина, алкохол или јаглерод диоксид. Ферментацијата е еден од најстарите начини на преработка и конзервација на храна. Луѓето уште од антички времиња ја користеле моќта на микроорганизмите за да создадат вкусни, хранливи и трајни производи. Денес овој процес се користи за производство на голем број прехранбени производи со подобар вкус, зголемена хранлива вредност и подолг рок на траење.

ПРОИЗВОДСТВО НА ЛЕБ

Производството на леб претставува класичен пример за примена на микробна биотехнологија во секојдневната исхрана. Основниот микроорганизам што го овозможува процесот е пекарскиот квасец *Saccharomyces cerevisiae*. Овој еукариотски микроорганизам има способност да ја метаболизира глюкозата и другите едноставни шеќери преку процесот на алкохолна ферментација.



Производство на алкохол од шеќер со помош на квасец

Во услови на отсуство на кислород (анаеробни услови), квасецот ја разградува глюкозата низ неколку последователни реакции, до краен продукт етанол и јаглерод диоксид. Јаглерод диоксидот се задржува во тестото формирајќи мали меурчиња што ја прават структурата на лебот порозна и воздушеста.

Биохемиските промени не вклучуваат само создавање на гас и алкохол. Во текот на ферментацијата се синтетизираат и други соединенија — органски киселини, естри и алдехиди — кои придонесуваат за карактеристичната арома и вкус на свежо печен леб.

ПРОИЗВОДСТВО НА ЈОГУРТ

Производството на јогурт претставува класичен пример за млечно-киселинска ферментација, при која глюкозата од млечниот шеќер (лактоза) се преработува до млечна киселина.

Основните микроорганизми што учествуваат во добивањето на јогурт се млечно-киселинските бактерии *Lactobacillus bulgaricus* и *Streptococcus thermophilus*. Овие бактерии ја преработуваат лактозата (млечниот шеќер) во млечна киселина.

Акумулацијата на млечна киселина предизвикува намалување на рН-вредноста на млекото, што доведува до денатурација на млечните протеини (казеин). Овој процес ја згуснува масата и создава карактеристичен киселкаст вкус. Покрај млечната киселина се формираат и други супстанции кои придонесуваат за специфичната арома на јогуртот.

Јогуртот е густ, кремаст и хранлив производ, богат со протеини и калциум. Присуството на живи млечнокисели бактерии му дава пробиотски својства, кои ја подобруваат цревната микрофлора и го зајакнуваат имунитетот.

ВИНО

Производството на вино е класичен пример за алкохолна ферментација на овошни шеќери, најчесто глюкоза и фруктоза од грозјето. Основниот микроорганизам е винскиот квасец *Saccharomyces cerevisiae*. Во анаеробни услови, квасецот ја метаболизира глюкозата преку гликолиза, создавајќи етанол и јаглерод диоксид. Покрај етанолот, во процесот се создаваат и секундарни метаболити – органски киселини (јаболкова, млечна), естри и алдехиди – кои придонесуваат за комплексната арома и вкус на виното.



Ферментација на грозје при производство на вино

ПИВО

Производството на пиво е пример за примена на алкохолна ферментација на житни шеќери, најчесто од јачменов слад. Основниот микроорганизам е пивскиот квасец *Saccharomyces cerevisiae*.

Како основен супстрат се користат зрна јачмен кои поминуваат низ неколку фази. При овие процеси скробот од житарките се разградува до малтоза и глюкоза. Квасецот ги ферментира овие шеќери создавајќи етанол и јаглерод диоксид. Јаглерод диоксидот останува делумно растворен во течноста, што му дава на пивото карактеристична газираност. Покрај тоа, во процесот се создаваат естри и високи алкохоли, кои придонесуваат за аромата. Хмељот, кој се додава при варењето, обезбедува горчливост и специфичен мирис, а истовремено дејствува како природен конзерванс.

Пивото е освежителен пијалак со разновидни стилови – од светли и лесни до темни и силни. Содржи умерени количества на алкохол, јаглерод диоксид и биоактивни соединенија од хмељот.



Производство на пиво во домашни услови

Активност

1. Експеримент: Растење на тесто со квасец

- Земи брашно, вода, малку сол и шеќер и квасец.
- Подготви мешавина за тесто (брашно, сол и шеќер) и подели ја на два дела: во еден дел стави квасец, во другиот не ставај.
- Додај млека вода, замени теста, стави ги во два сада и покриј ги. Остава ги на топло место сатовите 30–60 минути. Набљудувај ги промените што се јавиле.

Тестото со додаден квасец е подигнато поради ферментацијата што се случува и ослободениот јаглерод диоксид што се заробува во тестото. Со оваа постапка може да се согледа колку е важен квасецот во подготовката на тесто.

2. Експеримент: Добивање на јогурт

- Загреј млеко до млека температура (околу 40 °C).
- Додај мало количество јогурт (кој содржи млечно-киселински бактерии).
- Стави го во стаклен сад и покриј го.
- Остава го на топло место 6–12 часа.
- Провери дали млекото е згуснато и со киселкаст вкус.

На крај добиваш домашен јогурт.

Со оваа едноставна постапка се покажува како бактериите од јогуртот преку ферментација можат да го претворат млекото во нов производ – јогурт.

Прашања за повторување

1. Како јаглерод диоксидот влијае врз структурата на тестото?
2. Кои микроорганизми учествуваат во добивањето на јогурт?
3. Кој микроорганизам е одговорен за алкохолната ферментација кај виното и пивото?

Интересна биологија

- Ферментацијата е постара од пишувањето! Археолошки докази покажуваат дека луѓето правеле ферментирани пијалаци уште пред 9 000 години.
- Бактериите и квасците создаваат стотици различни ароми и вкусови – токму тие се одговорни за уникатниот мирис на леб, сирење или пиво.
- Наместо хемиски адитиви, млечнокиселите бактерии природно ја намалуваат рН-вредноста и спречуваат раст на патогени микроорганизми.
- Секоја цивилизација има свој ферментиран производ: мисо и нато во Јапонија, кимчи во Кореја, квас во Источна Европа и туршија на Балканот.
- Во XVIII век, морепловците често страдале од скорбут – болест предизвикана од недостаток на витамин С. Кога почнале да носат кисела зелка на долгите патувања, забележале дека болеста исчезнува. Млечнокиселата ферментација ја зачувувала зелката и го стабилизирила витаминот С, што станало клучно за здравјето на екипажите.

4.8 Производство на антибиотици, ензими, хормони и вакцини

Потсети се!

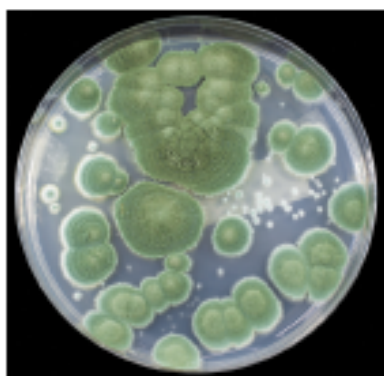
- Што знаеш за антибиотиците? За што се користат?
- Дали знаеш што е инсулин? Зошто е важен?
- Што е вакцина и зошто луѓето се вакцинираат?
- Што е ензим и каква улога има во организмот?

ПРОИЗВОДСТВО НА АНТИБИОТИЦИ

Антибиотиците се едно од најголемите откритија во науката. Тие се природни супстанции што ги создаваат микроорганизмите (бактерии и мувли) за да се заштитат од други микроорганизми во околината. Луѓето научиле да ги искористуваат овие супстанции, да ги произведуваат во големи количини и да ги прочистат за лекување болести.

Производството на антибиотици се случува преку ферментација, процес каде микроорганизмите растат во големи садови (биореактори) со хранливи материи. Кога ќе заврши фазата на раст, тие почнуваат да создаваат антибиотици. Потоа, антибиотиците се издвојуваат и прочистуваат, а понекогаш се прават и дополнителни промени за да бидат постабилни и поефикасни.

Најпознат пример е пеницилинот, кој бил првиот откриен антибиотик и спасил милиони животи. Благодарение на антибиотиците, денес луѓето можат да се лекуваат од инфекции кои порано биле животозагрозувачки.

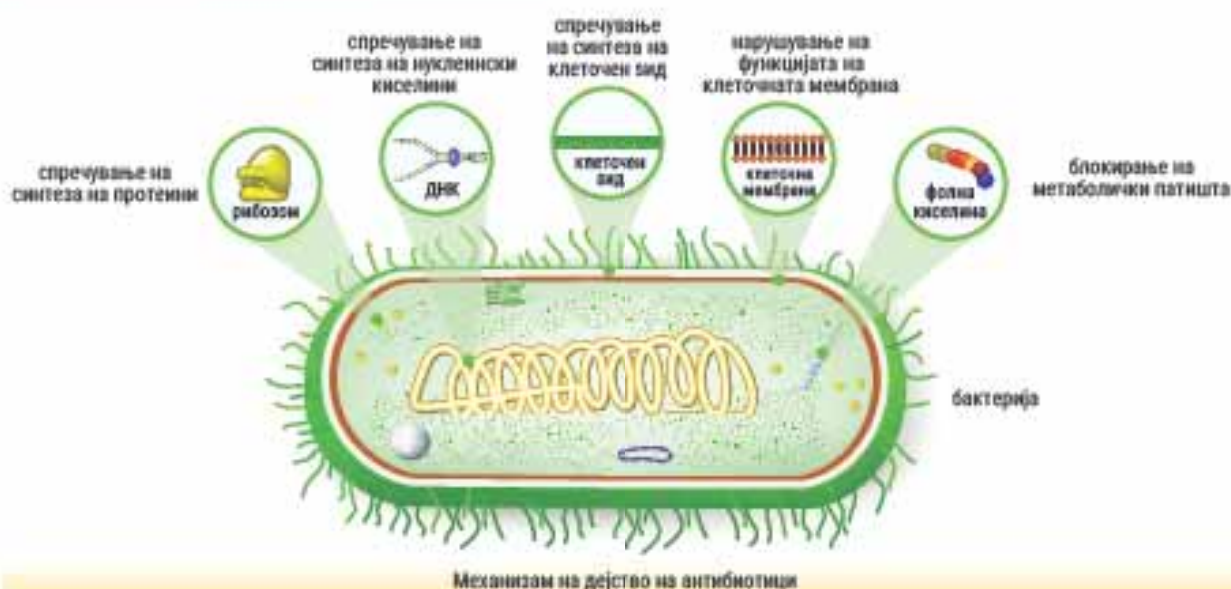


Колонии на мувла одгледувана во лабораториски *in vitro* услови, која го произведува антибиотикот пеницилин



Биореактор за индустриско производство на антибиотици

Антибиотиците дејствуваат на различни начини врз бактериите. Некои го спречуваат создавањето на нивниот клеточен сид (како пеницилин), други го блокираат создавањето на протеини во клетките, потоа постојат и антибиотици кои го спречуваат создавањето на генетскиот материјал.



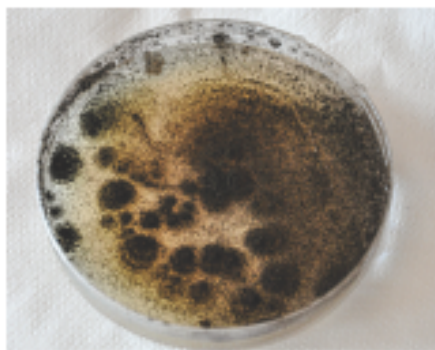
ПРОИЗВОДСТВО НА ЕНЗИМИ

Ензимите се природни катализатори во клетките. Тие ги забрзуваат хемиските реакции, а сами не се трошат во процесот. Без ензими, реакциите во организмот би се одвивале премногу бавно.

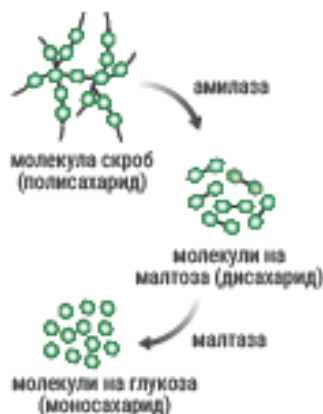
Луѓето научиле да користат микроорганизми како „мини-фабрики“ за производство на ензими. Во контролирани услови, овие микроорганизми создаваат големи количини ензими кои потоа се користат во различни индустрии.

За **индустриско производство на ензими** се користат различни мувли и бактерии кои растат брзо и даваат големи количини на ензими.

Ензимите имаат многу практични примени. На пример, се користат во прехранбената индустрија, каде што помагаат при правење леб, сирење и учествуваат за добивање на бистри сокови. Во фармацијата, ензими се користат во дијагностичките тестови, како тестови за шеќер во крв. Во домаќинството се додаваат во детергенти за да ги разградуваат масните и протеинските дамки, а во текстилната индустрија се користат за омекнување на ткаенини.



Мувла која се одгледува во лабораториски услови за произведување ензими



ПРОИЗВОДСТВО НА ХОРМОНИ

Хормоните се мали молекули кои играат огромна улога во нашето тело. Тие се како „хемиски гласници“ — им кажуваат на клетките што да прават и кога. Благодарение на нив, организмот може да расте, да се развива, да го регулира метаболизмот, да ја одржува рамнотежата и да овозможи репродукција.

Во минатото, луѓето ги добивале хормоните од органи на животни. На пример, инсулинот се извлекувал од панкреас на свињи или крави. Но, овој начин бил скап, ограничен и понекогаш предизвикувал несакани реакции кај пациентите.

Денес, благодарение на рекомбинантна ДНК-технологија, хормоните се произведуваат со помош на генетски модифицирани микроорганизми. Првиот таков хормон бил инсулинот, добиен во 1982 година. Притоа, човечкиот ген за инсулин се внесува во бактерии или во квасци. Ваквите рекомбинантни микроорганизми почнуваат да произведуваат инсулин ист како оној што се создава во човечкото тело. Ваквиот инсулин се користи за лекување на дијабетес и е многу побезбеден од оној добиен од животни.



Освен инсулинот, со оваа технологија се добива и хормонот за раст (hGH), кој им помага на деца со проблеми во растот. Друг пример е еритропоетинот (EPO) — хормон што го поттикнува создавањето на црвени крвни клетки. Тој се користи кај пациенти со анемија, особено после хемотерапија или кај хронични заболувања.

Предноста на овие современи методи е голема: хормоните се идентични со човечките, предизвикуваат помалку несакани реакции и можат да се произведуваат во големи количини за да ги задоволат потребите на целиот свет.

ПРОИЗВОДСТВО НА ВАКЦИНИ

Вакцините се биолошки препарати кои го стимулираат имунолошкиот систем да создаде одбрана против одредени патогени (вируси, бактерии). Тие функционираат како „тренинг“ за нашиот имун систем, односно му покажуваат на телото како изгледа непријателот, без да предизвикаат болест, и така го подготвуваат за вистинска инфекција.

Производството на вакцини со помош на микроорганизми е еден од најважните процеси во биотехнологијата. Тоа директно придонесува за превенција на болести и спасува милиони животи секоја година.



Активност

1. Истражување за антибиотици

Поделете се во групи и изберете еден антибиотик за истражување: пеницилин, стрептомицин, тетрациклин и сл. Опишете кој микроорганизам го продуцира и како дејствува врз бактериите. Презентирајте ги резултатите.

2. Дејство на ензими (амилаза)

- Подготви два сада со скробен раствор (или парчиња варен компир).
- Во првиот сад додај плунка – таа содржи ензим наречен амилаза.
- Во вториот сад не додавај плунка (тој ќе биде контролен примерок).
- Во двата сада капни неколку капки јод.

Набљудувај како растворот со плунка постепено ја губи сината боја, додека контролниот сад останува син. Скробот со јод дава сино обојување. Амилазата од плунката го разградува скробот на помали молекули. Затоа растворот со амилаза ја губи сината боја при додавање јод. Со ова се докажува дејството на ензимот.

Прашања за повторување

1. Кои групи микроорганизми продуцираат антибиотици?
2. Наведи различни механизми на дејство на антибиотиците.
3. Кои се главните примени на ензимите во прехранбената индустрија и фармацијата?
4. Кој бил првиот рекомбинантен хормон и како се произведува?
5. Наведи примери за хормони добиени со биотехнолошки методи и нивната примена.

Интересна биологија

- Отривање на пеницилинот (1928): Александар Флеминг забележал дека во неговата лабораторија еден Петриев сад со бактерии бил контаминиран со мувла (*Penicillium notatum*). Околу мувлата бактериите не растеле. Така случајно открил дека мувлата продуцира супстанца што убива бактерии – првиот антибиотик, пеницилин. Ова откритие спасило милиони животи и ја започнало ерата на модерната медицина.
- Првата вакцина во историјата ја создаде Едвард Џенер во 1796 година, кога открил дека инфекцијата со кравја сипаница може да ги заштити луѓето од многу посериозната болест – човечка сипаница. Ова откритие ја постави основата на модерната имунизација.

4.9 Форензичка биологија и ДНК-анализа

Потсети се!

- Што претставува ДНК?
- Каде се наоѓа ДНК во нашето тело?
- Која е улогата на ДНК?

Замисли дека си истражител кој стои на местото на едно кривично дело. Наоколу има траги – капка крв, влакно од коса, можеби парче ткиво. Сите овие траги изгледаат мали и безначајни, но за науката тие се вистински клуч за откривање на вистината. Тука настапува **форензичката биологија** – гранка на биологијата што ги користи биолошките траги за да помогне во решавање на правни и криминалистички случаи. Под биолошки траги се подразбираат различни материјали кои потекнуваат од човечкото тело или од други живи организми.

Табела: Видови биолошки траги и нивна примена

Вид на биолошка трага	Карактеристики	Примена во истраги	Конкретен пример
Крв	Содржи ДНК, може да открие и присуство на токсини или болести	Идентификација на сторител/жртва, реконструкција на настани	Крвни дамки на подот покажуваат дека некој бил ранет
Плунка	Содржи клетки со ДНК, лесно се пренесува	Идентификација преку предмети (чаши, цигари, писма)	Плунка на цигара помогнала да се идентификува осомничен
Коса	Ако има корен, содржи ДНК; ако не, може да се анализира структурата	Идентификација на лице, утврдување дали е човечка или животинска	Влакно од коса од сторител пронајдено на облека на жртва
Кожа	Мали клетки кои остануваат на предмети или оружје	ДНК-анализа за идентификација	Клетки од кожа на рачка од нож
Ткиво	Поголеми биолошки остатоци, содржат многу ДНК	Детална идентификација, медицинска анализа	Парче ткиво пронајдено при несреќа

Форензичката биологија е наука што се користи за решавање на криминални случаи и за донесување праведни одлуки во судството. Таа обезбедува сигурни и објективни докази, кои се добиваат во лабораторија.

Бидејќи овие резултати можат да влијаат врз судбината на луѓето, потребна е голема прецизност и точност. Форензичката биологија е како мост меѓу науката и правото – таа може да помогне да се ослободат невини лица или да се докаже вината на оние што навистина го сториле делото.

Форензичката биологија има многубројни примени.

- Помош во идентификација на сторители преку биолошки траги. На местото на злосторство често се пронаоѓаат клетки од кожа, коса или крв. Со ДНК-анализа може да се утврди кој

бил присутен таму. На пример, ако на оружје се најдат клетки од кожа, тие се споредуваат со ДНК-профилот на осомничениот и може да го потврдат неговото присуство.

- Идентификација на жртви во несреќи, природни катастрофи или воени конфликти. Кога жртвите не можат да се препознаат визуелно, ДНК-анализа е единствениот сигурен метод. Дури и мал дел од ткиво или коса може да биде доволен за да се утврди идентитетот.
- Утврдување на роднински врски, како тестирање на татковство. Со споредување на ДНК-профилот на детето и потенцијалниот татко може со голема точност да се утврди дали постои биолошка врска.
- Откривање присуство на токсини или патогени микроорганизми. На пример, во случај на сомнителна смрт, анализата на крвта може да покаже дали жртвата била отруена. Во други случаи, може да се утврди дали некој бил заразен со одредена болест, што е важно за јавната безбедност.



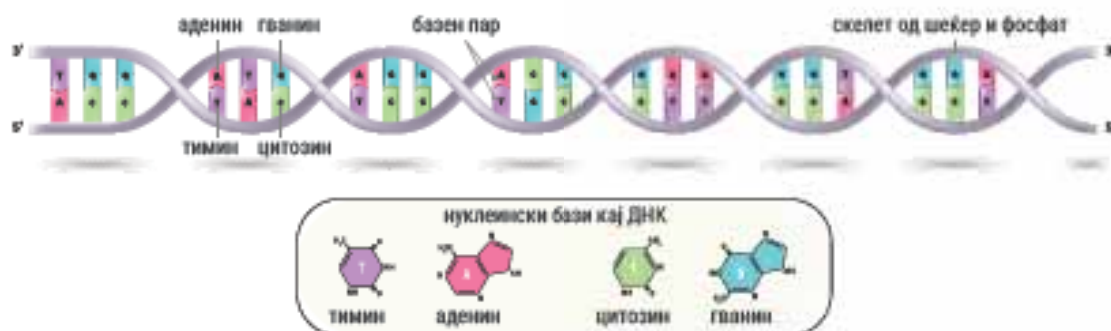
Земање на примерок од крв како биолошка трага од место на настан



Форензичар на увид на место на настан

ДНК-АНАЛИЗА

Во јадрото на секоја клетка од нашиот организам постои молекула на деооксирибонуклеинска киселина – ДНК. Во 1953 година, двајца научници, Џејмс Вотсон и Френсис Крик, откриле дека ДНК не е обична нишка, туку има форма на двојна спирала. Во неа со само четири букви е запишана целата информација за тоа кои сме и како функционираме. Овие букви се нарекуваат азотни бази: аденин (A), тимин (T), гванин (G) и цитозин (C). Секоја буква има свој „партнер“, односно аденин секогаш се спарува со тимин, а гванин со цитозин, формирајќи базни парови. Ова правило, познато како комплементарност на базите, овозможува молекулата да биде стабилна и да се копира со неверојатна точност. Така, секоја нова клетка добива исто „упатство за работа“ како и претходната.



Шематски приказ на структура на ДНК

Секоја клетка во нашето тело содржи целосен сет на ДНК. Тоа значи дека во една единствена клетка е запишана целата информација за целиот организам. Оваа информација е уникатна за секој човек – како личен генетски потпис. Единствен исклучок се еднојајчените близнаци, кои имаат идентична ДНК.

Целокупниот генетски материјал на човекот се означува како **човечки геном**. Тој се состои од околу 3 милијарди базни парови и над 20 000 гени. Секој ген е како „рецепт“ за создавање протеин, а протеините се градбени елементи и контролори на сите процеси во телото. Ако го замислиме геномот како книга, тоа би била енциклопедија со милијарди букви, во која се запишани сите инструкции за развој, функционирање и одржување на организмот.

Во 2003 година беше завршен еден од најамбициозните научни проекти во историјата – Проект за човечкиот геном (Human Genome Project). За првпат, научниците успеаја да ја мапираат целата секвенца на човечкиот геном. Ова донесе нови можности. Во медицината овозможи да се развијат персонализирани терапии според ДНК на пациентот, во биологијата – подобро разбирање на наследувањето и еволуцијата; во форензиката – попрецизна идентификација на луѓе.

Форензичката биологија овозможува од една единствена клетка да се извлече информација којашто може да идентификува човек. Најмоќната алатка што ја користи е **ДНК-анализата**.

ДНК-анализата се изведува во неколку чекори:

- Се собира примерок (крв, плунка, коса).
- Се изолира ДНК.
- Со PCR метод се умножуваат делови од ДНК.
- Се утврдува редоследот на базите и се создава ДНК-профил.
- Профилот се споредува со други во база или со профил на осомничен.



ДНК-профил добиен со ДНК-анализа

ДНК-анализата се користи и во медицината, за дијагноза на наследни болести, избор на најсоодветна терапија, предвидување ризик за идни генерации и развој на нови лекови. Така медицината станува персонализирана, односно секој пациент добива терапија што најмногу одговара на неговата ДНК.

Активност

1. Истражувачка задача за дома

Обиди се да пронајдеш реален случај каде што ДНК-доказите помогнале да се реши некој криминал или да се ослободи невино лице. Случајот претстави го пред класот наредниот час.

2. ДНК-модел

Поделете се во неколку групи. Секоја група нека изработи ДНК-модел од материјал по сопствена желба.

Прашања за повторување

1. Што е човечкиот геном и колку базни парови содржи?
2. Кои се чекорите во процесот на ДНК-анализа?
3. Наведи три примери за примена на форензичката биологија.
4. Како ДНК-анализата се користи во медицината?
5. Зошто е важна прецизноста во форензичката биологија?

Интересна биологија

- Во 1986 година во Велика Британија, ДНК-анализата за првпат помогнала да се идентификува и осуди убиец, а истовремено да се ослободи невино лице.
- По цунамито во 2004 година, ДНК-анализата била клучна за идентификација на илјадници жртви, кога другите методи (отпечатоци, фотографии) не биле доволни.
- ДНК-анализата е користена за да се потврди идентитетот на останките на рускиот цар Николај Втори и неговото семејство.
- Денес, со ДНК-тестови може да се предвиди ризик за наследни болести и да се избере најсоодветна терапија за пациентот – ова е основата на персонализираната медицина.
- Секој човек има околу 99,9 % идентична ДНК со другите луѓе – само 0,1 % ја прави разликата меѓу секој од нас.
- Ако би ја напишале целата секвенца на човечкиот геном со букви А, Т, Г и С, би ни требале околу 200 тома книги со по 1 000 страници.

4.10 Биоинформатика и биобезбедност

Потсети се!

- Што мислиш, како компјутерите се користат во медицината?
- Кога ќе го слушнеш зборот „безбедност“, што прво ти паѓа на ум?
- Дали знаеш дека постојат болести кои се наследуваат во семејството?

Современата биологија не е веќе ограничена само на микроскопи и лабораториски експерименти. Денес таа е тесно поврзана со информатиката, технологијата и етиката. Новите научни дисциплини отвораат можности за откривање на тајните на животот, но истовремено носат и предизвици кои бараат внимателно размислување.

Биоинформатиката претставува современа наука којашто ги спојува биологијата, информатиката и математиката за да обработува големи количини биолошки податоци. Со помош на компјутери, научниците можат да читаат и толкуваат геноми кои содржат милијарди информации. Таа овозможува откривање на гени поврзани со болести, развој на нови лекови и терапии, како и споредба на геноми за да се разбере еволуцијата и врските меѓу различни видови. На тој начин, биоинформатиката ја претвора биологијата во податочна наука со голема практична примена.

Биоинформатиката има голема практична вредност, особено во медицината.

Еден важен пример е отпорноста на бактерии кон антибиотици. Со биоинформатичка анализа на нивната ДНК, научниците можат да откријат мутации што им овозможуваат на бактериите да преживеат и покрај лекувањето. Ова им помага на лекарите да изберат соодветна терапија, а на фармацевтите да развијат нови лекови.

Биоинформатиката не решава само конкретни проблеми, туку создава и голема база на знаење. Таа придонесува за персонализирана медицина, терапии приспособени на секој пациент, и за подобро разбирање на животот на молекуларно ниво.



Анализа на гел со ДНК-секвенци и барање мутации во генетскиот код

ВЕШТАЧКАТА ИНТЕЛИГЕНЦИЈА ВО БИОЛОШКИТЕ ИСТРАЖУВАЊА

Замисли технологија што може да чита и обработува огромни количини биолошки податоци за многу кратко време. Таква е **вештачката интелигенција (ВИ)**. Таа има способност да открива обрасци во нашите гени и да ни помогне да разбереме како се пренесуваат наследните болести. Со тоа, ВИ може да предвиди какви генетски ризици постојат кај една личност.

Во медицината, оваа технологија се користи за анализа на генетски профили. На пример, ако лекарите знаат какви гени носи пациентот, ВИ може да предложи најсоодветна терапија или превентивен преглед. Така, секој човек може да добие третман што е прилагоден токму за него.

Со својата брзина и прецизност, ВИ станува мост меѓу биологијата и практичните решенија во здравството. Таа отвора нови можности за подобра здравствена заштита и за иднина во која медицината ќе биде сè повеќе насочена кон индивидуалните потреби на секој пациент.

БЕЗБЕДНОСТ И ЕТИЧКИ АСПЕКТИ ПРИ РАБОТА СО БИОЛОШКИ МАТЕРИЈАЛИ

Биобезбедност подразбира мерки и правила кои обезбедуваат сигурност при работа со биолошки материјали. Таа спречува несреќи, ширење на зарази и злоупотреба на истражувања. Во лабораториите каде што се работи со микроорганизми или вируси, биобезбедноста е првата заштита за истражувачите и заедницата. Мерките вклучуваат носење заштитна опрема, ограничен пристап во одредени простори и безбедно уништување на примероци. Со нив се гарантира дека науката ќе служи за доброто на луѓето.

Науката мора да се спроведува со почитување на етички правила. Генетските податоци содржат чувствителни информации и мора да бидат заштитени за да нема дискриминација. Новите терапии и лекови треба да бидат достапни за сите, а не само за богатите. Научниците и институциите имаат заедничка **одговорност** да спречат злоупотреби, како создавање биолошко оружје или манипулација со податоци. Само така науката ќе остане сила за напредок и просперитет на општеството.



Работа во микробиолошка лабораторија со знак за биобезбедност

Активност

1. Дискусија

Дали секој научен напредок по правило е позитивен за општеството?

2. Дебата

Поделете се во две групи. Дебатирајте на темата „Вештачката интелигенција: алатка или закана?“ Првата група аргументира дека ВИ е корисна и неопходна во биологијата. Втората група аргументира дека ВИ може да биде ризична ако се злоупотреби. Дебатата завршете ја со заеднички заклучок за потребата на етичка контрола.

3. Изработи постер со основни правила за биобезбедност

Може да користиш симболи, кратки пораки и визуелни примери. Постерот изложи го во училиницата како потсетник за важноста на безбедноста.

4. Есеј

Налиши краток есеј на тема „Како би ја користел науката ако бев истражувач?“

Прашања за повторување

1. Што претставува биоинформатиката и кои науки ги обединува?
2. Наведи три области каде што се применува биоинформатиката.
3. Што е биобезбедност и зошто е неопходна во биолошките истражувања?
4. Кои се основните мерки за биобезбедност во лабораторија?
5. Кој ја носи одговорноста за правилно користење на биотехнолошките знаења – поединци или институции?

Интересна биологија

- Во XIV век, за време на опсадата на градот Кафа (денешна Феодосија во Украина), напаѓачите користеле тела на луѓе починати од чума, кои ги фрлале преку ѕидините на градот. Овој чин се смета за еден од првите документиран примери на биолошка војна. Последиците биле катастрофални бидејќи болеста се проширила меѓу населението и придонела за ширење на „црната смрт“ низ Европа.
- За време на Втората светска војна, постојат документиран примери каде што одредени армии експериментирале со бактерии и вируси како оружје. На пример, една таква единица спроведувала експерименти со чума и други патогени микроорганизми врз заробеници. Овие настани денес служат како предупредување за опасностите од злоупотреба на науката.
- Во периодот на Студената војна, некои држави развивале програми за биолошко оружје, користејќи микроорганизми како *Bacillus anthracis* (предизвикувачот на антракс). Иако многу од овие програми биле тајни, подоцна биле откриени и осудени од меѓународната заедница. Ова довело до потпишување на Конвенцијата за забрана на биолошко оружје (1972), која денес е еден од најважните меѓународни договори за биобезбедност.
- Биобезбедноста не е само лабораториска практика, таа е и дел од секојдневнието. На пример, правилното миење раце и носење маски за време на пандемија се сметаат за основни мерки на биобезбедност.
- Вештачката интелигенција веќе се користи за откривање нови лекови: во 2020 година, првиот лек целосно „дизајниран“ од ВИ влезе во клинички испитувања, означувајќи историски момент за фармацевтската индустрија.



4.11 Биотехнологија во медицината

Потсети се!

- Што значи зборот „регенерација“ и каде во природата можеме да ја забележиме?
- Дали знаеш некој пример од медицината каде што лекарите користат клетки или ткива за да помогнат во лекувањето?
- Што мислиш, дали е можно во лабораторија да се создаваат нови клетки или ткива и за што би можело тоа да се користи?

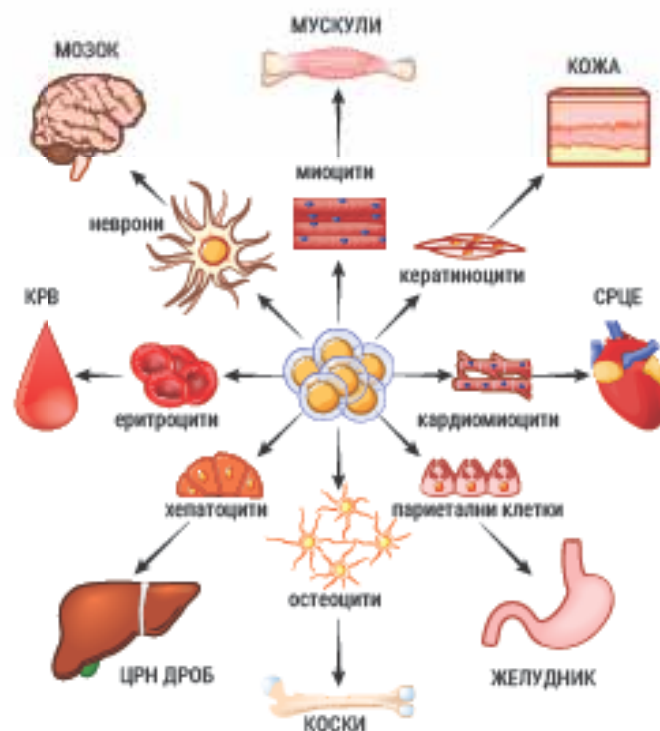
Современата биологија и медицина се наоѓаат во еден од најдинамичните периоди на развој. Една од најреволуционерните технологии за лекување на болести е употребата на матични клетки. Тие претставуваат уникатни клетки со способност да се делат и да се диференцираат во различни типови клетки, што ги прави клучни во регенеративната терапија.

МАТИЧНИ (STEM) КЛЕТКИ

Матични (STEM) клетки се клетки кои имаат две основни својства. Едното е својството на самообнова, што значи дека тие може да се делат и да создаваат нови матични клетки. Второто својство е диференцијација, односно способност тие да се претворат во различни типови клетки (на пример: нервни, мускулни, крвни).

Постојат неколку видови матични клетки:

- **Ембрионални матични клетки** – се добиваат од рани ембриони и имаат најголем потенцијал за диференцијација.
- **Возрасни матични клетки** – се наоѓаат во одредени ткива (како коскена срцевина) и служат за обновување на оштетени клетки.
- **Индукцирани плурипотентни матични клетки** – се добиваат со генетска модификација на обични клетки, кои повторно се враќаат во „матична“ состојба.



Матичните клетки можат да се диференцираат во различни типови клетки и да се размножуваат на неодредено време

Употребата на матични клетки во медицината се заснова на нивната способност да заменат оштетени или изгубени клетки. Оваа технологија се применува во неколку области како што се лекување на крвни заболувања (трансплантација на коскена срцевина е класичен пример, при што се лекуваат леукемија и други хематолошки болести), невродегенеративни болести (матичните клетки можат да се користат за создавање нови нервни клетки кај пациенти со Паркинсонова или Алцхајмерова

болест), дијабетес тип 1 (матичните клетки се користат за создавање клетки кои продуцираат инсулин, со цел да се заменат оштетените бета-клетки во панкреасот) и кардиоваскуларни заболувања (постои можност матичните клетки да се претворат во срцеви мускулни клетки и да помогнат во обновување на оштетеното срце по инфаркт).

РЕГЕНЕРАТИВНА ТЕРАПИЈА

Регенеративната терапија е област во медицината фокусирана на поправка, замена или **регенерирање** на оштетени човечки клетки, **создавање нови ткива** или органи за да се врати нормалната функција. Ова се постигнува со искористување на сопствените способности за лекување на телото со употреба на биолошки средства како што се матични клетки, плазма богата со тромбоцити (PRP) или инженерски материјали.

Во лабораториите низ светот, научниците комбинираат матични клетки со биоматеријали – супстанции кои можат да служат како „скеле“ за раст на нови клетки. На пример, ако пациент има оштетен дел од кожата, научниците можат да создадат биоматеријална матрица врз која матичните клетки ќе се развиваат и ќе формираат ново ткиво.

Друг напреден пристап е создавањето на **органои** – минијатурни органи кои се развиваат од матични клетки во лабораториски услови. Органоидите не се целосно функционални органи, но можат да имитираат одредени функции и да служат за тестирање на лекови или за истражување на болести.

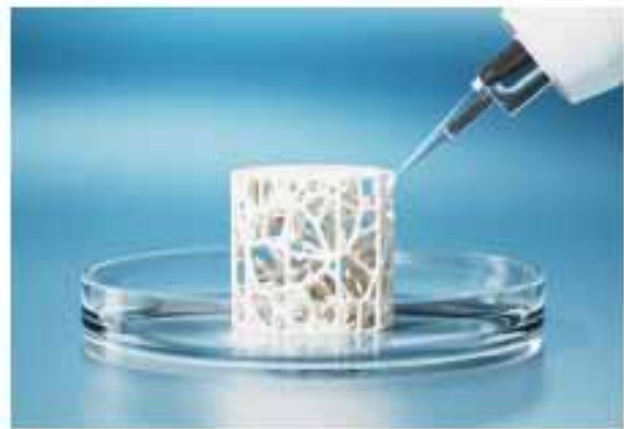
Најфутуристичка технологија е **биопринтањето** – користење на 3Д-печатачи кои „печатаат“ клетки за да создадат сложени структури, како делови од срце или црн дроб. Иако оваа технологија е сè уште во развој, таа ветува дека во иднина ќе може да се создаваат органи „по нарачка“, што би ја намалило зависноста од донаторски органи.

КУЛТУРА НА ТКИВА IN VITRO

Терминот *in vitro* значи „во стакло“ и се однесува на процеси што се изведуваат надвор од организмот, во контролирани лабораториски услови. **Културата на ткива** овозможува клетки да растат и да се развиваат во хранливи медиуми, под стерилни услови. Така научниците можат да ги проучуваат, манипулираат и користат за создавање нови ткива. Овој метод е основа за регенеративната медицина, тестирање на лекови и персонализирани терапии, каде што клетки од пациент се култивираат за да се избегне ризик од отфрлање при трансплантација.



Органоидно ткиво. Органоид е минијатуризирана и поедноставена верзија на орган произведен *in vitro*.



3Д-отпечатен примерок од коска

Културата на ткива веќе има практични примени што спасуваат животи. Кај пациенти со изгореници, од здрава кожа се изолираат клетки кои се размножуваат и создаваат нови слоеви за пресадување. Слично, клетки од рожницата можат да се култивираат и да ја обноват видната функција кај оштетени очи. Истражувањата покажуваат дека срцеви клетки добиени *in vitro* можат да помогнат во лекување оштетено срцево ткиво, а органоидите – минијатурни модели на органи – се користат за тестирање лекови и проучување болести. Со тоа, културата на ткива станува мост меѓу лабораторијата и клиниката, отворајќи нови можности за медицината.



Поставување култура на ткиво

ЕТИЧКИ И ПРАКТИЧНИ АСПЕКТИ

Културата на ткива *in vitro* е многу корисна, но има и свои предизвици. Од етичка гледна точка, таа е помалку спорна од користењето матични клетки од ембриони, бидејќи најчесто се користат клетки од возрасни пациенти или донори. Сепак, важно е секогаш да постои информирана согласност – пациентите треба да знаат како ќе се користат нивните клетки и како ќе се чува нивниот биолошки материјал.

Научните предизвици се поврзани со тоа што клетките во лабораторија не секогаш се однесуваат исто како во телото. Понекогаш реагираат различно на лекови или не се развиваат во целосно функционални ткива, па затоа резултатите мора внимателно да се проверуваат пред да се применат кај пациенти. Практичните ограничувања се уште една пречка – процесот е скап, бара стерилни лаборатории, специјализирана опрема и обучен персонал, а создавањето функционално ткиво може да трае со недели или месеци.

И покрај овие пречки, културата на ткива *in vitro* има огромна вредност. Таа веќе спасува животи и отвора нови можности во медицината. Затоа е важно да се продолжи со истражувања и развој на технологии кои ќе ја направат оваа терапија побезбедна, поефикасна и подостапна за повеќе луѓе.

Активност

1. Истражувачка задача

Поделете се во помали групи. Секоја група нека истражи и пронајде еден актуелен пример од медицината каде што се користат матични клетки или култура на ткива. Презентирајте пред класот.

2. Прашања за критичко размислување/дебата

Разговарај со твоите соученици на тема: „Како би се променило здравството ако можеме да создадеме органи по нарачка?“ и „Кои ризици би постоеле ако културата на ткива се користи неконтролирано?“

3. Изработка на постер

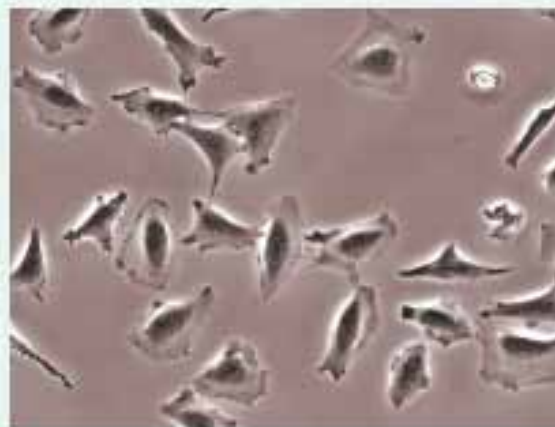
Креирај и изработи постер со визуелно претставување на процесот на култура на ткива *in vitro* и/или на различните видови матични клетки и нивните примени.

Прашања за повторување

1. Објасни што се матични клетки и наведи ги нивните две основни својства.
2. Опиши како технологијата со матични клетки може да се користи за лекување на болести, наведувајќи конкретен пример.
3. Што претставува регенеративната терапија и кои биотехнологии ја поддржуваат?
4. Кои се главните етички и научни предизвици поврзани со примена на матични клетки и култура на ткива *in vitro*?

Интересна биологија

- Саламандрите можат да регенерираат цели делови од телото – нога, опашка, па дури и делови од срцето и очите.
- Морските ѕвезди можат да израснат цело ново тело од еден крак.
- Од мал дел лист или стебло може да се развие цело ново растение ако се стави во соодветни услови. Ова е природна форма на „култура на ткива“.
- Научниците испитуваат како клетките растат во услови на микрогравитација. Интересно е што некои клетки се делат побрзо во вселената отколку на Земјата.
- Во 2006 година, научниците успеале да создадат функционален мочен меур од клетки култивирани *in vitro* и да го трансплантираат кај пациент – прва успешна примена на ткивно инженерство кај човек.
- Златните рипки и зебра-рибите можат да регенерираат делови од срцето и мозокот, што ги прави важни модели за истражување на регенеративната медицина.
- Познатата клеточна линија HeLa, добиена во 1951 година од рак на грло на матка, и денес се користи во илјадници лаборатории низ светот. Овие клетки се сметаат за „бесмртни“ бидејќи можат да се делат бескрајно во култура.



4.12 Современи биотехнолошки технологии: клонирање, ДНК-дијагностика, генетска терапија и биофармација

Потсети се!

- Зошто некои близнаци личат многу меѓу себе, а други близнаци не?
- Што значи поимот „трансплантација“?
- Дали сте слушнале за овцата Доли?

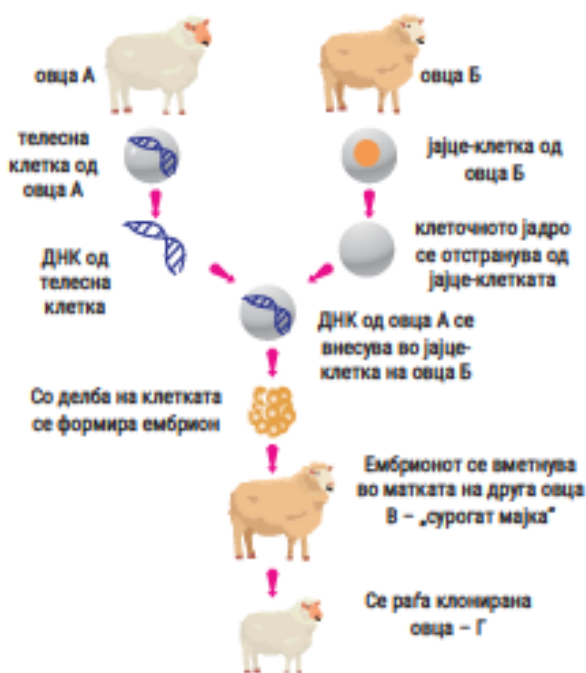
Современата биологија е наука која постојано ја менува медицината. Денес, благодарение на биотехнологијата, човекот има можност да создава копии на клетки и органи, да чита и коригира генетски информации и да произведува лекови со помош на живи организми. Овие технологии не се само научни експерименти – тие веќе се применуваат во клиници и лаборатории, а нивното значење расте секој ден.

КЛОНИРАЊЕ – ОД ОВЦАТА ДОЛИ ДО МЕДИЦИНАТА НА ИДНИНАТА

Клонирањето е една од највозбудливите теми во биологијата, затоа што отвора прашања за самата суштина на животот. Под **клонирање** се подразбира процес на создавање генетски идентични копии. Тоа може да бидат молекули на ДНК, клетки, ткива или дури цели организми.

Природата сама ни покажува примери на клонирање. Идентичните близнаци се природни „клонови“, бидејќи настануваат од една оплодена јајце-клетка и имаат ист генетски материјал. Кај растенијата, клонирањето е уште поочигледно: од една гранка или лист може да се развие цело ново растение кое е генетски идентично со оригиналот. Оваа способност за вегетативно размножување претставува форма на природно клонирање.

Човекот одамна се обидува да го имитира природното клонирање. Првите експерименти со клонирање на жаби се направени уште во 1950-тите години, кога научниците успеале да создадат ембриони со пренос на јадро од една клетка во друга. Но, вистинската револуција се случила во 1996 година, кога во Шкотска се роди овцата Доли, првиот цицач клониран од зрела телесна клетка. При овој процес научниците зеле клетка од млечна жлезда на овца и ја споиле со јајце-клетка на која претходно ѝ било отстрането јадрото. Така се создал ембрион кој потоа бил внесен во сурогат мајка. Пет ме-



Схематски приказ на клонирање на овцата Доли

сеци подоцна се родила Доли, генетски идентична копија на овцата од која била земена клетката со јадрото. Овој настан покажал дека е можно да се создаде цел организам од една единствена клетка, што отвори нови хоризонти за медицината и биотехнологијата.

Сепак, ваквото репродуктивно клонирање, односно создавање на цел организам идентичен со оригиналот, претставува најконтроверзниот вид на клонирање, бидејќи отвора етички прашања за можното клонирање на животни и луѓе.

Во медицината постои т.н. терапевтско клонирање коешто овозможува создавање клетки и ткива за лекување. На пример, ако пациент има оштетен црн дроб, во иднина би можело да се клонираат дел од неговите сопствени клетки и да се создаде ново ткиво. Така се избегнува ризикот од отфрлање при трансплантација.

Клонирањето е тесно поврзано со **трансплантација** – пресадување на орган од една личност (донор) на друга личност. Денес, трансплантацијата зависи од донори, а органите често недостигаат. Клонирањето нуди надеж дека еден ден секој пациент ќе може да добие орган „по нарачка“, создаден од негови сопствени клетки. Ова е најперспективниот вид за лекување болести.

Исто така, денес постои и т.н. **молекуларно и клеточно клонирање**, каде што се копираат гени или клетки за истражувачки и медицински цели. Ова е секојдневна практика во научноистражувачките лаборатории.

ДИЈАГНОСТИКА СО ДНК-ТЕХНОЛОГИИ – ЧИТАЊЕ НА ГЕНЕТСКАТА КНИГА

Нашата ДНК е како книга во која е запишана целата информација за нас. Но, понекогаш во таа книга се појавуваат „грешки“ – мутации кои предизвикуваат наследни болести. **Дијагностиката со ДНК-технологии** овозможува да ги откриеме овие грешки. Со секвенционирање на ДНК, научниците можат да идентификуваат мутации кои предизвикуваат болести како цистична фиброза, хемофилија или наследни форми на рак.

Во многу земји, веднаш по раѓањето се прават генетски тестови за откривање на евентуални наследни болести кај новороденчето. На пример, цистична фиброза може да се открие со анализа на ДНК. Ако болеста се открие рано, може да се започне со терапија уште во првите месеци од животот, што значително го подобрува квалитетот на живеење.

Жените кои наследиле мутации во гените BRCA1 или BRCA2 имаат многу поголем ризик да развијат рак на дојка или јајници. Со генетски тестови може да се открие дали некоја жена ја носи оваа мутација. Ако резултатот е позитивен, таа може да преземе превентивни мерки, како што се почести прегледи, промена на животниот стил или дури превентивна хируршка интервенција.

Исто така, со анализа на ДНК од фетусот, уште во текот на бременоста може да се откријат различни генетски нарушувања. Ова им овозможува на родителите и лекарите да се подготват за потребите на детето уште пред неговото раѓање. Ова само покажува дека дијагностиката е првиот чекор. Следниот чекор е генетската терапија, односно обид да се коригираат грешките во генетскиот код.

ГЕНЕТСКА ТЕРАПИЈА

Ако една болест е предизвикана од дефектен ген, решението е да се внесе здрав ген кој ќе ја преземе функцијата. Технологијата CRISPR-Cas9 овозможува прецизно „сечење“ и корекција на ДНК, како да се работи со ножици и лепило. Така, на пример, кај некои пациенти слепилото е предизвикано од дефектен ген којшто ја нарушува функцијата на ретината. Со **генетска терапија**, преку вирусен вектор во нивните очи се внесува исправен ген. Овој ген ја презема функцијата и овозможува делумно враќање на видот.

Мускулната дистрофија е болест каде што мускулите постепено слабеат поради дефектен ген. Со генетска терапија, научниците се обидуваат да внесат здрав ген кој ќе ја коригира функцијата и ќе го забави напредувањето на болеста.

Уште еден пример е болеста хемофилија. Хемофилијата е нарушување каде што крвта не се згрутува правилно поради недостаток на одреден протеин. Со генетска терапија, во клетките на пациентот се внесува ген што овозможува производство на тој протеин. Така се намалува ризикот од опасни крвавења.

Овие постапки се сметаат за револуционерни бидејќи не се лекуваат само симптомите, туку самата причина за болеста.

БИОФАРМАЦИЈА – ЛЕКОВИ ОД ЖИВИ КЛЕТКИ

Фармацијата отсекогаш била поврзана со хемијата бидејќи создавањето на нови лекови најчесто се одвивало преку синтеза на молекули. Во поново време се развива нова гранка – **биофармација** која користи живи организми, како што се бактерии, квасци, па дури и клетки од цицачи, за производство на лекови.

Првиот голем успех на ова поле беше производството на инсулин со помош на генетски модифицирани бактерии. Пред откривањето на биотехнолошкиот инсулин, пациентите со дијабетес добивале инсулин извлечен од панкреас на животни. Тој често предизвикувал несакани реакции. Со примена на рекомбинантна ДНК технологија, научниците внеле човечки ген во бактерии, кои почнале да произведуваат чист човечки инсулин. Овој инсулин е чист, безбеден и идентичен со природниот и денес се користи низ светот.

Денес, со помош на биофармациски методи се создаваат и моноклонални антитела.

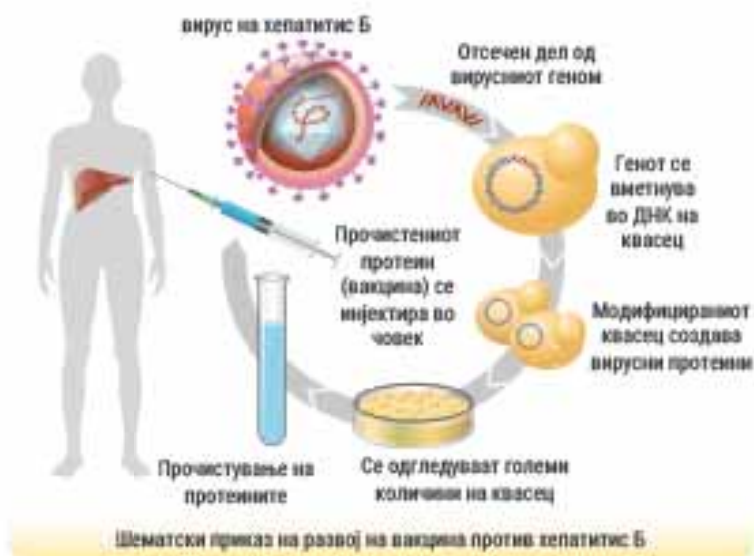
Моноклоналните антитела се протеински молекули кои се создаваат во лабораторија и можат да препознаат специфични антигени на површината на клетките на рак. Кога се внесуваат во телото, тие се врзуваат за антигените и го активираат имунолошкиот систем да ги уништи. Оваа терапија е многу прецизна и има помалку несакани ефекти од класичната хемотерапија.

Вакцините, исто така, се производ на биофармацијата. Вакцините против вирусни заболувања, како хепатитис Б, се создаваат со рекомбинантна ДНК-технологија. Наместо да се користи целиот вирус, научниците создаваат само дел од неговиот протеин во лабораторија. Овој протеин е доволен за да го научи имунолошкиот систем да го препознае и да го уништи вирусот, но не може да предизвика болест.

Современата биологија ни овозможува да погледнеме во иднината на медицината. Клонирањето нуди можност за создавање органи по нарачка, ДНК-дијагностиката овозможува рано откривање на



болести, генетската терапија коригира мутации, а биофармацијата создава нови лекови. Но, сите овие технологии денес отвораат и големи прашања. Дали е прифатливо да се клонираат органи или цели организми? Како да се заштитат пациентите од злоупотреба на нивните генетски информации? Дали биотехнолошките лекови треба да бидат достапни за сите, без оглед на цената?



Активност

Дебата „Клонирање – надеж или закана?“

Поделете се во две групи. Едната група аргументирано ги брани придобивките од клонирањето, а другата ги истакнува ризиците и етичките дилеми.

Прашања за повторување

1. Објасни што претставува клонирањето и наведи примери од природата и од современата биотехнологија.
2. Зошто овцата Доли е значаен пример во историјата на биологијата и што докажа нејзиното раѓање?
3. Објасни ја улогата на генетската терапија во лекување на генетски нарушувања и опиши еден случај каде што таа е успешно применета.
4. Што е биофармација и како се разликува од класичната фармација? Наведи примери за биотехнолошки произведени лекови.

Интересна биологија

- Доли е првиот цицач клониран од зрела телесна клетка во 1996 година. Живела шест години и имала потомство што докажало дека клонираните животни можат да бидат плодни.
- Во 2001 година, во Тексас била клонирана првата мачка, наречена „CC“ (Copy Cat). CC живеела 18 години и починала во 2020 година, што е долг и здрав животен век за домашна мачка.
- Во 2005 година, научници во Јужна Кореја клонирале куче од раса авганистански 'рт кое го нарекле Snuppy (од SNU од Seoul National University, каде што беше клонирано и зборот puppy – куче).
- Во некои земји се клонираат крави со цел да се добијат стада кои даваат повеќе млеко или имаат подобар квалитет. Ова покажува дека клонирањето не е само медицинска технологија, туку има и економска примена.

РЕЗИМЕ НА ТЕМА



- ✓ Применетата биологија претставува биологија во служба на човекот и се користи во медицината, земјоделството, индустријата и екологијата.
- ✓ Биотехнологијата е наука што користи живи организми и нивни клетки за производство на храна, лекови, енергија и материјали. Традиционалната биотехнологија се заснова на ферментација и селекција на растенија, а современата користи генетски инженеринг и синтетичка биологија.
- ✓ Биогоривата како биогаз, биоетанол и биодизел претставуваат алтернатива на фосилните горива и придонесуваат за одржлив развој.
- ✓ Биопластиката е биоразградлива замена за класичната пластика и е дел од циркуларната економија.
- ✓ Во биореакторите, микроорганизмите се култивираат во контролирани услови и создаваат производи како ензими, хормони или биогорива.
- ✓ Генетскиот инженеринг овозможува директна промена на ДНК преку вметнување, отстранување или модификација на гени.
- ✓ Генетски модифицираните организми (ГМО) се создаваат за да имаат нови или подобрени особини, како отпорност на инсекти, суша или производство на лековити протеини.
- ✓ Синтетичката биологија не само што менува постоечки гени, туку и дизајнира сосема нови биолошки системи со нови функции.
- ✓ CRISPR-Cas9 технологијата претставува „генетски ножици“ кои овозможуваат прецизно уредување на гени со голема точност.
- ✓ Растителната биотехнологија користи култура на ткива и микроразмножување за добивање идентични растенија од мали експланти.
- ✓ Тотипотентноста е способност на една растителна клетка да регенерира цело растение и е основа на културата на ткива.
- ✓ Микроразмножувањето овозможува добивање клонови, односно генетски идентични растенија кои се користат за безвирусни садници и за масовно производство.
- ✓ Микробиолошката биотехнологија се заснова на ферментација и користење микроорганизми за производство на храна, антибиотици, ензими, хормони и вакцини. Ферментацијата овозможува производство на леб, јогурт, вино и пиво.
- ✓ Форензичката биологија користи биолошки траги како крв, коса, плунка и кожа за идентификација на лица во криминалистика и катастрофи.
- ✓ Биоинформатиката е спој на биологија, информатика и математика и се користи за анализа на геноми, откривање гени поврзани со болести и за развој на нови лекови.
- ✓ Вештачката интелигенција овозможува анализа на големи бази на биолошки податоци и развој на персонализирана медицина.
- ✓ Биобезбедноста претставува систем од мерки и протоколи за безбедна работа со биолошки материјали и спречување на злоупотреба.
- ✓ Во медицината, матичните клетки се користат за регенеративна терапија бидејќи имаат способност за самообнова и диференцијација.
- ✓ Биопринтањето овозможува создавање структури од живи клетки со помош на 3Д-печатачи и претставува иднина за органи „по нарачка“.
- ✓ Клонирањето претставува создавање генетски идентични копии и може да биде природно, репродуктивно или терапевтско.
- ✓ ДНК-дијагностиката овозможува рано откривање наследни болести и превентивни мерки кај пациентите. Генетската терапија овозможува корекција на дефектни гени и лекување на болести преку внесување здрави гени.
- ✓ Биофармацијата создава лекови од живи клетки, како рекомбинантен инсулин, моноклонални антитела и современи вакцини.
- ✓ Секој биотехнолошки напредок носи етички прашања, па затоа е потребна одговорна примена, регулација и јавна дискусија за придобивките и ризиците.

Прашања за повторување на Тема 4

1. Применетата биологија најдобро се дефинира како:
а) теоретска наука што ги проучува живите организми
б) биологија во служба на човекот со практична примена
в) наука што се занимава само со земјоделство
г) метод за набљудување на клетки под микроскоп
2. Кој е пример за традиционална биотехнологија?
а) производство на рекомбинантен инсулин
б) ферментација на леб и вино
в) употреба на CRISPR-технологија
г) синтетичка биологија
3. Што претставува генетски инженеринг?
а) Процес на добивање енергија од биомаса.
б) Техника за прецизно уредување на гени во ДНК.
в) Метод за набљудување на клетки во лабораторија.
г) Производство на биопластика.
4. Кој е првиот рекомбинантен лек добиен со генетски инженеринг?
а) хормон за раст
б) инсулин
в) еритропоетин
г) вакцина против хепатитис Б
5. Синтетичката биологија се разликува од генетскиот инженеринг по тоа што:
а) само менува постоечки гени
б) дизајнира нови биолошки системи со сосема нови функции
в) се користи само во земјоделството
г) не користи микроорганизми
6. CRISPR-Cas9 технологијата се нарекува „генетски ножици“ затоа што:
а) ги уништува сите микроорганизми во клетката
б) овозможува прецизно сечење и замена на делови од ДНК
в) служи за производство на антибиотици
г) се користи за ферментација
7. Кој поим ја опишува способноста една растителна клетка да регенерира цело растение?
а) аклиматизација
б) тотипотентност
в) калус
г) микроразмножување
8. Кој е основниот принцип на микроразмножување кај растенијата?
а) Секое растение се добива од семе.
б) Од мал експлант се добиваат многу идентични растенија (клонови).
в) Се користи само за украсни растенија.
г) Се добиваат нови сорти преку хибридизација.
9. Форензичката биологија се користи за:
а) производство на биопластика
б) идентификација на лица преку биолошки траги
в) производство на биогаз
г) развој на биосензори
10. Биоинформатиката е спој на:
а) биологија, информатика и математика
б) хемија, физика и инженерство
в) земјоделство, екологија и медицина
г) биологија и уметност
11. Кој вид матични клетки има најголем потенцијал за диференцијација?
а) возрасни матични клетки
б) индуцирани плурипотентни клетки
в) ембрионални матични клетки
г) крвни клетки
12. Зошто биопластиката се смета за дел од циркуларната економија?
а) Затоа што е добиена од нафта и гас.
б) Затоа што се добива од биолошки сировини и природно се разградува.
в) Затоа што е неразградлива и трае со векови.
г) Затоа што е токсична и загадува.
13. Кое е најголемото етичко прашање поврзано со генетскиот инженеринг кај луѓето?
а) Дали е оправдано да се уредуваат човечки гени за лекување наследни болести.
б) Дали може да се создава биогаз од отпад.
в) Дали може да се користи квасец за ферментација.
г) Дали може да се создава биопластика.

14. Зошто биогоривата се сметаат за подобра алтернатива на фосилните горива?
- Затоа што се создаваат милиони години.
 - Затоа што имаат помала емисија на стакленички гасови и се обновливи.
 - Затоа што се добиваат само од нафта.
 - Затоа што се неразградливи.
15. Во лабораторија се користи CRISPR-Cas9 за да се исече дефектен ген. Што е следниот чекор ако научниците сакаат да го заменат со здрав ген?
- Клетката сама ќе го уништи дефектниот ген без замена.
 - Се внесува нова ДНК-секвенца како шаблон за поправка.
 - Се додава ензим за ферментација.
 - Се користи микроорганизам за производство на антибиотици.
16. Кој е основниот принцип на биотехнологијата?
- Користење на физички закони за производство на енергија.
 - Користење на живи организми или нивни производи за добивање корисни материјали.
 - Користење на хемиски реакции без учество на клетки.
 - Користење на механички апарати за создавање нови органи.

17. Кој е основниот механизам на CRISPR-Cas9 технологијата?
- Синтеза на нови протеини од бактерии.
 - Прецизно сечење и поправка на ДНК.
 - Производство на биогаз преку анаеробна ферментација.
 - Клонирање на клетки со култура на ткива.
18. Кој е пример за примена на растителна биотехнологија?
- Производство на антибиотици.
 - Култура на ткива за добивање безвирусни садници.
 - Производство на моноклонални антитела.
 - Секвенционирање на човечкиот геном.

19. Поврзи ја технологијата со нејзината примена:

Технологија	Примена	број - буква
1. биогаз	а) прецизно уредување на гени	
2. биопластика	б) масовно добивање идентични садници	
3. култура на растителни ткива	в) производство на енергија од анаеробна ферментација	
4. моноклонални антитела	г) прецизна терапија против рак	
5. CRISPR-Cas9	д) биоразградливи материјали за пакување	

ТЕРМИНОЛОШКИ РЕЧНИК

BioBricks – Стандардизирани генетски делови коишто можат да се комбинираат како „лего-коцки“ за создавање нови биолошки системи.

Cas9 – Ензим што ја сече ДНК на посоченото место („генетски ножички“).

Chat GPT – Вештачка интелигенција со која може да се комуницира на ист начин како со вистинска личност. Алатката е „обучена“ на огромна количина на текстови од интернет (жиги, статии, код, разговори) за да научи како луѓето ги редат зборовите и како формираат мисли. Таа не „размислува“ како човек, туку предвидува кој е следниот најлогичен збор во реченицата врз основа на поставеното прашање.

CRISPR-Cas9 – Алатка за прецизно уредување на гени, базирана на природен механизам кај бактериите.

Golden Rice – Генетски модифициран ориз кој произведува β -каротен (провитамин А).

In vitro култура – Одгледување растителни клетки или ткива во стерилни лабораториски услови.

pH – Символ со кој се означува концентрацијата на водородниот јон (H^+); вредност што ја мери релативната киселост (ацидитет) и алкалност (базичност) на дадена средина.

А

Аденозин трифосфат (ATP од *adenosine triphosphate*) – Енергетска молекула што ја има во сите клетки.

Адреналин (епинефрин) – Невротрансмитер и хормон, ослободен од невроните на симпатичкиот нервен систем и од медулата (срцевината) на адреналната (надбубрежна) жлезда.

Аклиматизација – Процес на прилагодување на растенијата добиени *in vitro* на природни услови.

Актив – Контракtilни протеини во мускулните клетки.

Алвеола – Мала кесичка, обично тенка воздушна кеса во белите дробови, преку која се врши гасна размена помеѓу надворешниот воздух и крвта.

Алдостерон – Хормон што се ослободува од кората на надбубрежната жлезда, а ја поттикнува реасорпцијата на натриум и вода.

Алергија – Тенденција (настојување) да се реагира неповолно на извесна супстанција којашто вообичаено е безопасна за повеќето луѓе; хиперсензитивност т.е. преосетливост.

Антагонист – Мускул кој има дејство спротивставено на даденото движење.

Антибиотици – Биолошки активни соединенија продуцирани од микроорганизми за одбрана, користени во медицина.

Антиген – Туѓа супстанца (материја или тело) што предизвикува имун одговор.

Антитело – Супстанца што настанува при одговор на специфичен антиген.

Аорта – Голема артерија што ја одведува крвта надвор од левата комора на срцето.

Апарат за ловене инсекти (кај растенија) – Морфолошки различни метаморфозирани листови (лепливи, затворачки или чашковидни) приспособени за привлекување, ловене и варење на инсектите со цел обезбедување потребни хранливи материи за растението.

Апсорпција (кај животни) – Пренос на молекули од дигестираната храна од дигестивниот тракт во циркулацијата, односно крвотокок.

Артериосклероза – Стврднување на артериите.

Атрофија – Губење или опаѓање на големината на одреден дел од телото.

Б

Бесполово размножување (кај растенија) – Начин на размножување кој не вклучува гамети, па потомокот е генетски идентичен со родителот (клон). Настанува со помош на вегетативни делови на растението.

Биобезбедност – Систем од мерки за безбедна работа со биолошки материјали и спречување злоупотреба.

Биогас – Мешавина од метан и CO_2 добиена со анаеробна ферментација на органски отпад.

Биогорива – Горива добиени од биомаса (биогас, биоетанол, биодизел).

Биодизел – Гориво добиено од растителни масла или животински масти.

Биоетанол – Алкохол добиен со ферментација на шеќери од растителни сировини.

Биоинформатика – Дисциплина што ги обединува биологијата, информатиката и математиката за анализа на биолошки податоци.

Биопластика – Пластика добиена од биолошки сировини, биоразградлива и еколошки поповолна.

Биореактор – Голем сад во кој под контролирани услови се култивираат микроорганизми или клетки за производство на корисни супстанции.

Биотехнологија – Наука која користи живи организми, клетки или нивни производи за создавање храна, лекови, енергија и материјали.

Биофармација – Производство на лекови со помош на живи клетки (инсулин, моноклонални антитела).

Б-клетка – Агрануларен (негрануларен) леукоцит што создава антитела при одговор на даден антиген; Б лимфоцит.

Браќест коренов систем – Коренов систем без главен корен (жолест), составен од тенки морфолошки приближно еднакви корениња кои излегуваат од основата на стеблото.

Бронхија – Широк канал во белиот дроб за минување на воздухот низ него.

В

Вазектомија – Хируршко отстранување на дел или на целиот ductus (vas) deferens; обично се врши и на двете страни за да се постигне стерилитет.

Вакуина – Супстанца што се користи за создавање на активен имунитет; обично со инјектирање даден раствор од заслабени или убиени патогени организми, за да се спречи специфичната болест.

Вегетативни органи (кај растенија) – Органи кај растението (корен, стебло и лист) кои служат за раст, исхрана и за одржување на животот на растенијата.

Вегетативно размножување (кај растенија) – Бесполов начин на размножување кај растенијата при кој од вегетативните органи се создава ново растение.

Венечни ливчиња – Обоени ливчиња на цветот кои ги привлекуваат опрашувачите и ги заштитуваат прашниците и толчиците.

Вентилација – Движење на воздухот од или во белите дробови.

Веродостојно – Точно, сигурно и доверливо.

Вештачка интелигенција – ВИ (Artificial Intelligence – AI) – Алгоритми кои обработуваат големи бази на податоци и предвидуваат резултати.

Витами – Органска состојка, потребна во мали количества за одржување на добро здравје.

Вкрстено опрашување – Вид на опрашување кога поленот од прашникот на еден цвет паѓа на устенцето на друг цвет, на истото или на друго растение од ист вид, овозможувајќи генетска разновидност при ксеногамија.

Врвен меристем – Творно ткиво на врв на корен и стебло кое овозможува раст на растението во должина.

Г

Ген – Дел од ДНК молекула кој носи информација за синтеза на одреден протеин или особина.

Генеративни органи (кај растенија) – Органи на растението (цвет, плод и семе) кои служат за полово размножување и создавање на семе.

Генетска терапија – Внесување или корекција на гени за лекување наследни болести.

Генетски инженеринг – Техника за менување или пренесување на генетска информација од еден организам во друг.

Гликоген – Макромолекула изградена од молекули на глукоза, која се складира во црниот дроб мускулите и служи како извор на енергија.

Гломерул – Клопче од капилари во Бовмановата капсула на нефронот.

Гломеруларен филтрат – Течност и растворени материји кои од крва преминуваат во бубрежниот нефрон преку Бовмановата капсула.

ГМО (генетски модифицирани организми) – Растенија, животни или микроорганизми со изменета ДНК за нови или подобрени особини.

Голтвик (фаринкс) – Премин помеѓу устата и хранопроводот.

Горна шуплива вена – Голема вена што ја прима крва од најгорниот дел на телото и се излива во десната преткомора на срцето.

Грлан (ларинкс) – Структура помеѓу голтвикот и дишникот која содржи гласни жици и гласна кутија.

Д

Двodomни растенија – Растенија со посебни машки и женски цветови сместени на различни единки, поради што се разликуваат машки и женски растенија од еден вид.

Двојно оплодување – Процес кај цветните растенија при што со едната машка клетка (јадро) од поленот се оплодува јајце-клетката, а со другата се оплодува централната клетка, при што се создаваат ембрион и ендосперм.

Дермис – Вистинска кожа; подлабокиот дел на кожата.

Дигестија – Процес на разложување на храната во честички кои можат да бидат апсорбирани.

Дијабетес мелитус (diabetes mellitus) – Заболување при кое во ткивата нема доволна оксидација на глукозата за добивање на енергија, поради недостаток на инсулин.

Дијафрагма – Сводесто (куполесто) формиран мускул под белите дробови којшто се израмнува при вдишувањето; раздвојувачка мембрана или структура.

Дикотиледони – Цветни растенија чие семе содржи два семени (ембрионални) листа – котиледони.

Дифузија – Движење на молекулите од област со поголема во област со нивна помала концентрација.

Дишник (трахеја) – Цевка што се протега од ларинкот до бронхиите.

ДНК анализа – Лабораториски процес за идентификација на поединци преку нивниот генетски профил.

Долна шуплива вена – Голема вена што ја собира крва од поголемиот дел на телото и се влева во десната преткомора на срцето.

Е

Еднодомни растенија – Растенија кај кои машките и женските цветови се сместени на исто растение.

Екскреција – Пренесување и отстранување на создадениот метаболички отпад од крва.

Експлант – Мал дел од растение (меристем, лист, пупка) кој се користи за започнување култура.

Електролит – Супстанца која дава јони во раствор; супстанца која спроведува електрична струја во раствор.

Ембрион – Млада зародишна форма што се наоѓа во зрело семе и содржи зачеток на корен, зачеток на стебло, котиледони и ембрионална пупка.

Ендосперм – Ткиво во семето кое се формира од оплодена централна триплоидна клетка и овозможува храна за развој на ембрионот.

Ензими – Биолошки катализатори кои ја забрзуваат брзината на хемиски реакции, а притоа самите не се менуваат.

Етика – Систем на морални вредности и правила што ни кажуваат што е добро, а што лошо, што е исправно, а што не во однесувањето на луѓето.

З

Залисток – Структура што го спречува повратното протекување на течноста; како кај срцето, вените и лимфните садови.

Зглоб – Регион на сврзување на две или повеќе коски.

И

Изотоничен – Израз за некој раствор кој има иста концентрација на одредени материи во него, со концентрацијата на течноста во клетките.

Имунизација – Употреба на вакцина (вакцинирање) за да се создаде имунитет.

Имунитет – Моќ (сила, способност) на единката да одолее (да пружи отпор) на одредена болест, или да ги совлада ефектите од неа или од некој друг штетен агенс.

Инкубација – процес на одржување на соодветни услови (температура, влага, време) за да се овозможи развој или раст на нешто.

Интерстицијален – Помеѓу; изразот се однесува на простори или структури во органот сместени помеѓу активни ткива.

Ј

Јукстагломеруларен апарат – Бубрежна структура составена од клетки на аферентните артериоли и дисталните бубрежни каналчиња кои го лачат ензимот ренин, најчесто во состојба кога крвниот притисок ќе падне под одредено ниво.

К

Калус – Маса од недиференцирани клетки добиени од експлант.

Капилара – Микроскопски крвен сад преку кој се врши размена на материте меѓу крвта и ткивото

Кладоди – Метаморфозирани стебла приспособени да вршат фотосинтеза кај растенија со намалени или редуцирани листови.

Клетка – Основна структурна и функционална единица на живите организми.

Клетки придружнички (кај растенија) – Специјализирани живи клетки сместени до ситестите цевки во фломот, кои ги помагаат и подржуваат во транспортот на органските материи.

Клеточна респирација (дишење) – Серија од реакции со кои хранливите материи се оксидираат и ослободуваат енергија во клетката.

Клон – Генетски идентичен организам добиен од матичен примерок.

Клонирање – Создавање генетски идентични копии на клетки, ткива или организми.

Колаген – Еластичен (флексибилан) бел протеин кој дава јачина и еластичност на сврзаното ткиво како што е коската и 'рскицијата.

Коленик – Живо растително ткиво со неравномерно задебелени клеточни ѕидови кое обезбедува механичка поддршка и цврстина на растението.

Конференција – Организиран состанок или собир на повеќе лица, најчесто експерти или претставници, со цел размена на информации, мислења и идеи.

Концизно – Кратко, јасно и прецизно, без непотребни зборови или објаснувања.

Корен (кај растенија) – Вегетативен орган кој се развива во почвата, служи за прицврстување на растението и е главен орган за апсорпција на вода и минерални материи.

Коренови влакна – Нежни израстоци на епидермалните клетки во коренот кои ја зголемуваат апсорпциската површина и овозможуваат впивање вода и минерални материи.

Котиледони – Ембрионални листови кои служат за складирање и снабдување на ембрионот со хранливи материи.

Крајник – Маса од лимфоидно ткиво во регионот на голтникот.

Кртола – Метаморфозирани, задебелено подземно стебло што служи за складирање на резервни хранливи материи и вегетативно размножување.

Ксерофити – Растенија приспособени да живеат во суви средини, со различни адаптации и структури кои ја намалуваат загубата на водата.

Ксилем – Спроводно ткиво кое пренесува вода и растворени минерални материи од коренот кон сите делови на растението и придонесува за цврстината.

Кутикула – Тенок, воочен заштитен слој на површината на листот и младото стебло, што ја намалува загубата на вода и го заштитува растението од надворешни влијанија.

Л

Лигамент – Лента од сврзно ткиво што ја поврзува коската со друга коска; задебелен дел или преклоп (фалта) на перитонеумот, кој го придржува органот или го прикачува за друг орган.

Лизозом – Клеточна органела што содржи дигестивни ензими.

Лимфа – Течност во лимфниот систем.

Лист – Главен вегетативен орган што врши фотосинтеза кај растението, транспирација и размена на гасови.

Луковица – Метаморфозирани подземно стебло со месести листови што служи за складирање на хранливи материи и вегетативно размножување.

М

Матични клетки (STEM) – Клетки со способност за самообнова и диференцијација во различни типови клетки.

Мезофити – Растенија приспособени на живот во умерено влажна средина.

Меристем – Творно растително ткиво чии клетки активно се делат и овозможуваат растење и формирање на нови ткива.

Метаболизам – Физички и хемиски процеси со чија помош организмот се одржува во живот.

Метаморфози на органи – Приспособувања на коренот, стеблото и листот кои се видоизменуваат за вршење специфични функции во растението (складирање, заштита или фотосинтеза).

Механичко ткиво – Растително ткиво со делумно или целосно задебелени клеточни ѕидови што обезбедува цврстина, поддршка и отпорност на растението.

Микроразмножување – Техника за добивање голем број идентични растенија од мал дел ткиво.

Монокотиледони – Цветни растенија чие семе содржи еден семен (ембрионален) лист – котиледон.

Мрежеста нерватура – Тип на разгранување на жилите во листот кај дикотиледони растенија, каде што доминантна е главната жила од која се создава мрежеста структура од помали жили.

Н

Набљудување – Внимателно гледање и следење на појава, предмет или процес со цел да се соберат информации или да се извлечат заклучоци.

Научен труд – Стручно, систематски напишано дело во кое се прикажуваат научно истражување, методи, резултати и заклучоци, со цел проширување на знаењето.

Неврон – Спроводна клетка на нервниот систем.

Невротрансмитер – Хемикалија ослободена од завршетоците на аксонот која овозможува нервниот импулс да ја премине синаптичката врска (синапсата).

Негативна фидбек (повратна) врска – Авторегулаторен систем при кој резултат од некое дејство или акција е контролата на таа акција; метод за одржување на хомеостазата и зачувување на телесната состојба во границите на едно нормално ниво.

Нервен импулс – Електричен набој (полнеж, импулс) што се шири низ мембраната на нервната клетка (невронот); акционен потенцијал.

Нефрон – Микроскопска функционална единица на бубрегот.

О

Оплодување – Процес во кој машката полова клетка се спојува со женската (јајце-клетка) во плодницата на цветот при што се создава зигот.

Опрашување – Процес во кој поленот од прашникот се пренесува до устенцето на цветот овозможувајќи полово размножување на растението.

Опсег – граница или распон меѓу најмала и најголема вредност, односно ширината во која нешто се движи или важи.

Орган – Дел од телото што содржи две или повеќе ткива кои функционираат заеднички за остварување на специфични цели (задачи).

Органела – Мал дел во клетката специјализиран за остварување на одредени функции (задачи).

Органоиди – Минијатурни органи добиени од матични клетки во лабораторија.

Органот на Корти (Кортиев орган) – Рецептор за слух сместен во полжавот на внатрешното уво.

Осен коренов систем – коренов систем со добро развиен главен корен и систем на потенки коренчиња од прв, втор, трет ред итн.

Осмоза – Движење на водата низ полупропустлива (семи-пермеабилна) мембрана.

Осмотски притисок – Тенденција (настојување) на раст-ворот да ја повлече (прими) водата во себе; тој е директно поврзан со концентрацијата на растворот.

Остеопороза – Ненормално губење на коскено ткиво со склоност кон фрактура (кршење на коската).

П

Палисаден слој – Дел од мезофилот на лист, составен од издолжени, густо збиени клетки, богати со хлоропласти во кои се врши најинтензивна фотосинтеза.

Паралелна нерватура – Тип на нерватура карактеристична за монокотиледони растенија, при што жилите во листот се приближно еднакво развиени и поставени паралелно една на друга без вкрстување.

Паренхим – Основно растително ткиво составено од живи клетки со различна улога: фотосинтетска, за складирање на резервни материи или размена на гасови.

Патогени – Микроорганизми или агенси што предизвикуваат болести кај луѓе, животни или растенија.

Пејсмејкер – Синоатријален (SA) јазол на срцето; група од клетки или вештачки инструмент што го регулира степенот (брзината) на срцевите контракции.

Перикард – Фиброзна кеса обложено со серозна мембрана којашто го затвара срцето.

Плевра – Серозна мембрана што ја обложува градната празнина и ги прекрива белите дробови.

Плод – Генеративен орган на растението што се развива од плодникот на цветот и служи за заштита и распространување на семето.

Плодник (толчник) – Женски дел на цветот приспособен за полово размножување, прифаќање на поленот и оплодување.

Покривно ткиво – Површинско растително ткиво што го покрива и заштитува растението од надворешни влијанија, од губење на вода и врши размена на гасови.

Полен – Зрнца со карактеристичен изглед и градба приспособени за опрашување, содржат по две машки полови клетки (јадра) со кои се врши оплодувањето.

Полово размножување – Начин на размножување кој вклучува спојување на машка и женска полова клетка, а резултира со генетски различен потомок и создавање на семе.

Портен систем – Венозен систем што ја спроведува крвта до секундарниот капиларен слој пред да биде вратена во срцето.

Прашник – Машки дел на цветот во кој се формираат полови клетки и созрева полен.

Предвидување – Проценување или навестување на тоа што ќе се случи во иднина, врз основа на информации, искуство или анализа.

Претпоставка – Мислење или тврдење што се прифаќа како можно точно, но без целосен доказ.

Применета биологија – Користење на биолошки знаења и техники за практични цели (медицина, земјоделство, индустрија, екологија).

Прост плод – Тип на генеративен орган што се развива од плодницата од еден цвет и содржи семки за размножување.

Пуфер – Супстанца што ги спречува наглите промени во pH на растворот.

Р

Растително ткиво – Група клетки со иста градба, потекло и функција кои заедно вршат одредена улога во растението.

Регенеративна терапија – Медицинска примена за обновување оштетени ткива или органи со матични клетки.

Рекombинантна ДНК – ДНК создадена со комбинирање на делови од ДНК-молекули од различни организми.

Релевантни – Важни, соодветни и поврзани со темата или проблемот што се разгледува.

Рефлекс – Едноставен, остар, автоматски одговор во кој се вклучени неколку неврони.

Рефлексен лак – Патека низ нервиот систем од стимул до одговор; во неа обично спаѓаат рецептор (клетка-приемник на дразба), сетилен (сензорен) неврон, централен неврон, моторен неврон и ефектор.

Рецептор – Специјализирана клетка или завршеток на сетилен (сензорен) неврон (нервна клетка) којашто може да биде возбудена (ексцитирана) од некои стимули; исто така и едната страна на клеточната мембрана за која може да се прикачи некоја посебна супстанца (пр: хормон, антитело).

Ризом – Подземно, хоризонтално метаморфозизирано стебло, кое служи за складирање на резервни материи и вегетативно размножување.

РНК (рибонуклеинска киселина) – Нуклеинска киселина изградена од една верига. Има повеќе видови РНК-молекули со различни функции. Во текстот, од интерес е информативна РНК (iRNA) која ги пренесува генетичките информации од ДНК молекулите до протеинските „фабрики“ во клетката, каде што служи како директен шаблон за создавање на протеините.

С

Самоопрашување – Вид на опрашување кога поленот од прашникот паѓа на устенцето од истиот цвет, овозможувајќи полово размножување без учество на друго растение.

Секундарен меристем – Творно растително ткиво кое настанува со ремеристемизација на диференцирани клетки и со чија делбена активност коренот и стеблото секундарно задебелуваат.

Семе – Генеративен орган на растението кој содржи ембрион, хранливи резервни материи и семенова обвивка; служи за размножување и опстанок на видот.

Синапса – Врска помеѓу два неврона (нервни клетки) или помеѓу неврон и ефектор.

Синтетичка биологија – Дисциплина која дизајнира нови биолошки системи и функции, не само менување постоечки гени.

Ситести цевки – Живи флоемски клетки специјализирани за спроведување на органски материи низ растението.

Склеренохим – Тип на мртво растително ткиво со силно задебелени клеточни видови кое дава цврстина и механичка подпора на растението.

Сложен плод – Плод кој се развива по оплодување на повеќе плодници на еден цвет или повеќе цветови и содржи повеќе семки.

Соцветие – Збир од повеќе поединечни цветови на заедничка цветна дршка, се развиваат на исто стебло или гранка и формираат една целина.

Сочен лист – Тип на лист со дебела лиска која служи за складирање на вода, типичен за сукуленти и растенија адаптирани на сува средина.

Сочен плод – Тип на плод со месесто сочно ткиво околу семката што го опеснува ширењето и консумацијата.

Спроводици снопчиња – Комбинирани ткивни системи изградени од ксилемски и флоемски елементи со одреден распоред во групацијата, кои служат за транспорт на вода, минерали и органски материи низ растението.

Спроводно ткиво – Растително ткиво изградено од специјализирани клетки кои овозможуваат транспорт на вода, минерали и органски материи низ растението.

Статија – Писмен текст што обработува одредена тема, објавен во весник, списание, научно списание или на интернет.

Стебло – Вегетативен орган кој служи за подпора на растението, спроведување на вода, минерални и органски материи, носи листови, цветови и плодови.

Столон – Хоризонтален, надземен метаморфозизиран изданок кој служи за вегетативно размножување и создавање на нови растенија на одредено растојание.

Стома – Мал отвор во епидермисот кој се формира од две специјализирани затворачки (стомини) клетки кои регулираат размена на гасови и транспирација.

Субјективност – Гледање, проценување или толкување на нешто според лични чувства, мислења и искуства, а не според објективни факти.

Сув плод – Тип плод со тврда или сува обвивка која најчесто распукува и се отвора за да го ослободи семето.

Сумирање – Кратко и јасно изнесување на најважните информации, односно собирање и сведување на суштината од поголем текст, разговор или работа.

Сунѓересто ткиво (кај растенија) – Дел од мезофилот на листот составен од неправилни клетки со големи меѓуклеточни простори што овозможува размена на гасови и учествува во фотосинтезата.

Сфинктер – Мускулен прстен што ја регулира големината на отворањето (отворот).

Т

Таламус – Регион на мозокот сместен во меѓумозокот (диенцефалон); главен преносен центар за осетливите импулси коишто патуваат до мозочната кора.

Тетива – Врвка (жица, лента) од влакнесто (фиброзно) сврзано ткиво којашто го прикачува мускулот за коската.

Ткиво – Група од слични клетки што извршуваат специјализирана функција.

Т-клетка – Лимфоцит активен во имунитетот што созрева во тимусната жлезда; директно ги уништува туѓите клетки; Т лимфоцит.

Тотипотентност – Способност на една растителна клетка да регенерира цело растение.

Трахеи – Издолжени многуклеточни ксилемски елементи (цевки) со силно одрвенети и задебелени клеточни ѕидови низ кои се разнесува вода и растворени минерални материи.

Трахеиди – Издолжени тесни ксилемски клетки со закосени краеве, со силно задебелени и одрвенети клеточни ѕидови, што покрај спроводна, им овозможуваат и механичка улога.

Три – Тврд и остар изросток што се формира како метаморфоза на стебло или лист и служи за заштита на растенијата од животни.

Тромб – Мало парче згрутчена крв во крвните садови.

У

Уреа – Отпаден азотен продукт излачен во урината; краен продукт на протеинскиот метаболизам.

Ф

Фагоцитоза – Проголтување на големи (крупни) честички преку клеточната мембрана.

Фактор – Елемент, причина или услов што влијае врз некој процес, појава или резултат.

Ферментација – Биохемиски процес во кој микроорганизмите ги разградуваат органските материи (шеќери) и создаваат нови соединенија (алкохол, млечна киселина).

Фибрин – Протеин во крвта (крвен протеин) што формира групки од крв.

Физиологија – Наука што се занимава со изучување на функциите на живите организми.

Филоклади – Метаморфозирани месести стебла (изданоци) со листовидна форма, служат за фотосинтеза и складирање на вода.

Филтрација – Движење на материјата низ полупропустлива мембрана, под дејство на механичка сила.

Фидбек врска – Враќање на информацијата во системот, при што истата може да биде употребена за регулација на самиот систем.

Флоем – Спроводно ткиво кое пренесува органски материи од листовите кон другите делови на растението.

Форензичка биологија – Примена на биолошки методи за решавање криминалистички и правни случаи.

Фракција – Дел од целина, односно нешто што е поделено на помали делови.

Х

Хемоглобин (Hb) – Протеин кој содржи железо и се наоѓа во еритроцитите што го транспортираат (пренесуваат) кислородот.

Хемостаза – Запирање (прекин) на крвенењето.

Хепатитис – Воспаление на црниот дроб.

Хербариум – Збирка на суви, пресувани и заштитени растителни примероци која служи за истражување, идентификација и колекционирање на растителни видови.

Хермафродитен цвет – Генеративен орган кој ги содржи машките (прашник) и женски (плодник) репродуктивни органи и служи за самооплодување, односно полово размножување.

Хигрофити – Растенија приспособени за живот во многу влажна средина со посебни адаптации за раст и развој на влажна почва и воздух.

Хидрофити – Растенија приспособени за живот во вода или многу влажна средина со посебни адаптации за пливање, размена на гасови и фотосинтеза.

Хипертоничен – Опис за раствор кој е поконцентриран од течноста во клетките.

Хипоталамус – Дел од черепниот мозок (меѓумозокот) што ја контролира хипофизата и ја одржува хомеостазата.

Хипотоничен – Ознака за раствор со помала концентрација од онаа на течноста во клетката.

Хлоропласти – Клеточни органели карактеристични за растителните еукариотски клетки во кои има хлорофил.

Хомеостаза – Состојба на телесна рамнотежа; одржување на телесната состојба во регуларни (одредени) граници.

Хормон – Секрет од некој ендокрина жлезда; хемиски гласник со специфични регулаторни ефекти на одредени (известни) други клетки.

Хормони (рекомбинантни) – Биолошки молекули добиени со генетски модифицирани микроорганизми (инсулин, хормон за раст).

Хумано – Човечно, милосрдно и со почит однесување, особено во однос кон други луѓе или живи суштества.

Ц

Цвет – Генеративен орган на растението што служи за полово размножување, создавање на плод и семе.

Целно ткиво – Ткиво способно да даде одговор на дејството од специфичен хормон.

Ч

Чашови ливчиња – Зелени, надворешни ливчиња, кои ја штитат цветната пупка пред отворање, и го претставуваат првиот цветен круг на околуцветните ливчиња.

КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

- Борон, В.Ф. и Булпап, Е.Л. (2010). *Медицинска физиологија*. Преведено издание, Табернакул- Скопје.
- Групче, Р. *Ботаника (второ издание)*, НИО "Студентски збор", Скопје, 1994
- Ѓоргоски, К.И. и Јорданка Д. (2005). *Основи на невроендокриниот систем*. Природно-математички факултет- Скопје.
- Питер Х. Равен, Џирџ Б. Џонсон, Кенет А. Масон, Џонатан Б. Лосос и Сузан Р. Сингер (2020). *Биологија*. Преведено издание, Арс Ламина- Скопје.
- Равен, П. Х., Џонсон, Џ. Б., Масон, К. А., Лосос, Џ. Б., Сингер, С. Р. *Биологија*, Арс Ламина, 2020
- Alberts, B., Bray, D., Hopkin, K., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., Walter, P. *Essential Cell Biology*, Garland Science, 2014
- Demirbas, A. (2009). *Biofuels: Securing the planet's future energy needs*. Springer.
- Deniffer, D., Ziegler, H. *Morfologija i fiziologija*, Skolska knjiga, Zagreb, 1982
- Gayton, C.A. & Hall E.J. (2013, 11th edition). *Textbook of medical physiology*
- Lanza, R., Atala, A., & Vacanti, J. (2019). *Principles of regenerative medicine* (3rd ed.). Academic Press.
- Lee, S. Y., & Park, J. H. (2019). *Industrial biotechnology: Sustainable production and products*. Wiley-VCH.
- Lesk, A. M. (2019). *Introduction to bioinformatics* (5th ed.). Oxford University Press.
- Madigan, M. T., Bender, K. S., Buckley, D. H., Sattley, W. M., & Stahl, D. A. (2018). *Brock biology of microorganisms* (15th ed.). Pearson.
- Mount, D. W. (2004). *Bioinformatics: Sequence and genome analysis* (2nd ed.). Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- Nicholl, D. S. T. (2012). *An introduction to genetic engineering* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Puchta, H., & Fauser, F. (2014). *Gene editing in plants: Principles and applications*. Springer.
- Raven, P. H., Evert, R. F., Eichhorn, S. E. *Biology of plants* (Fifth edition) Worth Publishers, New York, 1992
- Singh, A., & Olsen, S. I. (2011). *Industrial biotechnology: Sustainable growth and economic success*. Wiley-VCH.
- Tatic, B., Marinkovic, R., Blazencic, J. *Morfologija biljaka*, Naucna knjiga, Beograd, 1986
- Thorpe, T. A., & Yeung, E. C. (2017). *Plant tissue culture techniques and experiments* (4th ed.). Academic Press.
- Venter, J. C. (2013). *Life at the speed of light: From the double helix to the dawn of digital life*. Viking.
- Watson, J. D., Baker, T. A., Bell, S. P., Gann, A., Levine, M., & Losick, R. (2014). *Molecular biology of the gene* (7th ed.). Pearson.

