

БИОЛОГИЈА

ЗА III ГОДИНА НА РЕФОРМИРАНОТО
ГИМНАЗИСКО ОБРАЗОВАНИЕ



ИЗДАВАЧКИ ЦЕНТАР ТРИ

ул. Орце Николов 93/1, Скопје, РС Македонија

тел. +389 2 3245 622

e-mail: tri@kniga.com.mk

www.kniga.mk

Основач Винка Саздова, 1999

Главен уредник Бојан Саздов

Арт директор Александар Саздов

Маркетинг Љубомир Саздов

Рецензенти

д-р Добривоје Ѓорѓевиќ, редовен професор на Медицинскиот факултет – Скопје

Македонка Тодорова, редовен професор во ДСУ „Раде Јовчевски Корчагин“ – Скопје

Мери Јанева, професор во УСО „Никола Карев“ – Скопје

Со решение на Министерот за образование и наука на Република Македонија
бр. 07-5844/1 од 23.09.2003 година, се одобрува употребата на овој учебник.

СУЗАНА ДИНЕВСКА - КОВКАРОВСКА
СОФИЈА АЧКОСКА

БИОЛОГИЈА

ЗА III ГОДИНА НА РЕФОРМИРАНОТО
ГИМНАЗИСКО ОБРАЗОВАНИЕ



СОДРЖИНА

ГРАДБА И ФИЗИОЛОГИЈА НА ЧОВЕЧКИОТ ОРГАНИЗАМ

МЕСТОТО НА ЧОВЕКОТ ВО ЖИВИОТ СВЕТ 8

Нивоа на биолошка организација 8
Хомеостаза 10

ЛОКОМОТОРЕН СИСТЕМ - ПОТПОРНО-ДВИЖЕЧКИ АПАРАТ 12

СКЕЛЕТЕН СИСТЕМ 12

Скелетни органи - коски 13
Структура на коските 13
Морфологија на коски 14
Какви типови коски разликуваме? 15
Поврзување на коските 17
Општ план на градба на скелет 18

МУСКУЛЕН СИСТЕМ 22

Градба на мускули и водови мускулни органи 22
Мускулно ткиво 23
Скелетни мускули 24
Функција на мускули 26
Скелетно-мускулна интеракција 26
Мускулна контракција 26
Видови мускулни контракции 27
Мускулна сила 28
Мускулна работа 28
Зошто мускулите се замориваат? 29

ДЕФОРМИТЕТИ И БОЛЕСТИ НА СИСТЕМОТ ЗА ЛОКОМОЦИЈА 31

ДИГЕСТИВЕН СИСТЕМ 37

Што сè треба да содржи храната на човекот 37
ИСХРАНА И МЕТАБОЛИЗАМ 43
Ензими - биолошки катализатори 44

ОПШТ ПЛАН НА ГРАДБА НА СИСТЕМОТ ЗА ДИГЕСТИЈА 45

ДИГЕСТИЈА НА ХРАНАТА ВО ОДДЕЛНИ ДЕЛОВИ ОД СИСТЕМОТ 48

УСНА ПРАЗНИНА 48
Органи во усната празнина 48
Дигестија во усната празнина 50
Движење на храната до желудникот 51

ЖЕЛУДНИК 53

Градба на желудникот 53
Дигестија на храната во желудникот 53

ТЕНКО ЦРЕВО 55

Градба на тенкото црево 55
Дигестија на храната во тенкото црево 55

ДЕБЕЛО ЦРЕВО 57

Градба на дебелото црево 57
Функција на дебелото црево во дигестија на храната 58

РЕСОРПЦИЈА НА ХРАНАТА ПО ДОЛЖИНАТА НА СИСТЕМОТ ЗА ДИГЕСТИЈА 58

Поджелудочна жлезда 59
Црн дроб 60

БОЛЕСТИ НА ДИГЕСТИВНИОТ СИСТЕМ И ПРЕВЕНЦИЈА 61

КРВОНОСЕН СИСТЕМ 70

КРВ 70

Крвни клетки 71
Крвна плазма 73
Крвни протеини во плазмата 74
Функции на крвта 75
Коагулација на крвта 75

ИМУНИТЕТ 76

Неспецифичен имунитет 76
Специфичен имунитет 77
Реакција антиген-антитело 78
Клеточен имунитет 79
Трансплантација на органи 80
Стекнување имунитет 80

КРВНИ САДОВИ 82

ГРАДБА И ФИЗИОЛОГИЈА НА СРЦЕТО 84

Градба на срцето 84
Поврзување на срцето со крвните садови 85
Центри за автоматизирана инервација на срцето 86
Автоматизам на срцевата работа 86
Физиологија на срцето 87
Срцева револуција (срцев циклус) 87
Регулација на срцевата работа 89
Циркулација на крвта низ крвните садови 91
Белодробен-мал крвоток 91
Телесен-голем крвоток 92
Движење на крвта низ крвните садови 93

ЕКСКРЕТОРЕН СИСТЕМ 101

ГРАДБА И ФУНКЦИЈА НА ЕКСКРЕТОРНИОТ СИСТЕМ 103

Градба на екскреторниот систем 103
Градба и структура на бубрегот 103
Градба на нефронот 104
Градба на уринарниот тракт 106
Функција на екскреторниот систем 106
Излучување на урината - микција 106
Формирање на урината 107

СОСТАВ НА УРИНАТА 108

Регулација на бубрежната работа 109
Регулација на водената хомеостаза 109
Регулација на јонската хомеостаза 110

БОЛЕСТИ НА ЕКСКРЕТОРНИОТ СИСТЕМ И ПРЕВЕНЦИЈА 110

КОЖА 111

ГРАДБА НА КОЖАТА 111

Придружни органи на кожата 112
Рожести творби на кожата 113

ФУНКЦИЈА НА КОЖАТА 114

ТЕРМОРЕГУЛАЦИЈА 115

Влијанието на покачена телесна температура 115
Влијанието на намалена телесна температура 116
Процеси на терморегулацијата 116
Хемиска терморегулација 116
Физичка терморегулација 117
Улогата на нервниот систем во терморегулацијата 119

РЕСПИРАТОРЕН СИСТЕМ 124

ГРАДБА НА СИСТЕМОТ ЗА РЕСПИРАЦИЈА 124

- Спроводни дишни патишта 124
- Дишен дел на системот за респирација 127
- Белодробна вентилација 127
- Механизам на дишење 127

ДИФУЗИЈА НА ГАСОВИ НИЗ МЕМБРАНИТЕ 130

- Транспорт на кислород и јаглероден диоксид 131
- Транспорт на кислородот* 131
- Транспорт на јаглеродниот диоксид* 132
- Регулација на респирацијата 133

БОЛЕСТИ НА РЕСПИРАТОРНИОТ СИСТЕМ И ПРЕВЕНЦИЈА 135

РЕГУЛАТОРНИ СИСТЕМИ 140

НЕРВЕН СИСТЕМ 141

ОПШТ ПЛАН НА ГРАДБА НА НЕРВНИОТ СИСТЕМ 141

- Нервна клетка (neuron)* 142
- Функција на невроните и создавање на акциски потенцијал 143

НИВОА НА ФУНКЦИОНИРАЊЕ НА НЕРВНИОТ СИСТЕМ 145

- РЕЦЕПТОРИ 146
- Особини на рецепторите 147
- Сетило за слух 148
- Сетило за вид 149

СПРОВОДНИ НЕРВНИ ПАТИШТА 152

НЕРВЕН ЦЕНТАР И ОБРАБОТКА НА НЕРВНИТЕ ИМПУЛСИ 156

- Локализација на нижите и вишите нервни центри 156
- Рефлекси 160

Безусловни рефлекси 160

Рефлексен лак 161

Условни рефлекси 163

Синапса 164

Нервно-мускулна синапса 165

ЕФЕКТОРИ 166

ВЕГЕТАТИВЕН НЕРВЕН СИСТЕМ 168

- Симпатички дел од вегетативниот нервен систем 168

- Парасимпатички дел од вегетативниот нервен систем 170

БОЛЕСТИ НА НЕРВНИОТ СИСТЕМ И ПРЕВЕНЦИЈА 171

ЕНДОКРИН СИСТЕМ 175

ХОРМОНИ 175

- Поврзаност на нервниот и ендокриниот систем 176

ЕНДОКРИНИ ЖЛЕЗДИ 177

Хипофиза 177

Хормони на аденохипофиза 177

Регулација на функцијата на аденохипофизата 177

Хормон на pars intermedia 178

Хормони на неврохипофизата 179

Тироидна жлезда 180

Хормони на тироидна жлезда 180

Регулација на функцијата на тироидната жлезда 181

Надбубрежни жлезди 182

Хормони од кората на надбубрежни жлезди 182

Хормони од срцевината на надбубрежни жлезди 183

Панкреас 185

Хормони на панкреас 185

Нешто повеќе за другите жлезди од

ендокриниот систем 187

Паратироидни жлезди 187

Градна жлезда - тимус 187

Пинеална жлезда - епифиза 187

Други органи кои лачат хормони 188

РЕПРОДУКЦИЈА КАЈ ЧОВЕКОТ 193

РЕПРОДУКТИВЕН СИСТЕМ КАЈ ЧОВЕКОТ 193

ФУНКЦИИ НА ПОЛОВИТЕ ЖЛЕЗДИ 195

Функции на машките полови жлезди 196

Хормони на машките полови жлезди 196

- Улога на хипофизата во регулацијата на лачењето на семените 197

Функции на женските полови жлезди 197

Овариален-месечен циклус 198

Промени на овариумите 198

Фоликуларна фаза 199

Лутеинска фаза 199

Ендокрина улога на овариумите 201

- Улога на хипофизата во регулација на ендокрината улога на овариумите 202

ГАМЕТОГЕНЕЗА 203

Мејотичка-редукциона делба на јадрото на половите клетки 203

Значење на мејозата 203

Суштински карактеристики на мејозата 203

Фази на мејозата-редукциона делба на клетките 206

Сперматогенеза 208

Оогенеза 209

ПЛАНИРАЊЕ НА СЕМЕЈСТВОТО 210

ПОЛОВИ ЗАБОЛУВАЊА И ПРЕВЕНЦИЈА 212

ХУМАНА ГЕНЕТИКА 219

ХРОМОЗОМИ КАЈ ЧОВЕКОТ 220

Градба, број и видови на хромозоми 220

КАРИОТИП И КАРИОГРАМ 220

Varг-ово тело 221

НАСЛЕДУВАЊЕ НА ПОЛОТ 222

НАСЛЕДУВАЊЕ НА КРВНИТЕ ГРУПИ 223

Трансфузија 224

Rh-систем на крвта 224

МУТАЦИИ КАЈ ЧОВЕКОТ 225

Родословно стебло 226

Хромозомски мутации 227

Хетероплоидија и синдроми кај човекот 227

Синдроми поврзани со хетероплоидија на половите хромозоми 227

Синдроми поврзани со хетероплоидија на автозомните хромозоми 228

Генски мутации 228

Автозомно рецесивно наследување 228

Рецесивно наследување врзано за половите хромозоми 229

ГЕНЕТСКИ ИНЖЕНЕРИНГ 231

Манипулација со гени 231

Рекомбинирање на DNA 231

Репродуктивно клонирање 232

Клонирање во терапевтски цели 233

Предговор

Учебникот што е во вашите раце, Биологија 3 е наменет за третата година од реформираното гимназиско образование. Изготвен е според програмата од Биро за развој на образование при Министерството за образование и наука на Република Македонија.

Учебникот е комилейтно посветен на човекоштво, обработени се осум теми од три области: анатомија, физиологија и хумана генетика.

Она што го издвојува овој учебник од досега виденото и понуденото во нашиот образовен процес, е дека тој нуди можност за диференцирано стекнување на знаење. Покрај елементарното, базичното знаење, ние нудиме и проширено, продлабочено знаење, се разбира, за оние што ќе сакаат да научат повеќе. Учебникот практично, на многу поупларен и забавен начин нуди можност учениците да стекнат различни степенени на знаење, а професорите може да најдат суѓестии за организација на часовите.

Освен основната содржина, учебникот нуди и куса содржина на темата, проверка на знаењето, квиз, а сепак е пројектен и со воспитни содржини за човечкото здравје и превенцијата. Во функција на полесно совладување на материјалот се и мноштвото илустрации, што го проследуваат теоретскиот дел, и чија разновидност ќе ви овозможи една богата визуелна ризница за најнатата што се вика-човек.

Се надеваме дека со оваа Биологија 3 учењето ќе ви се претвори во задоволство, и дека сепак она што ќе го научите од него, ќе го носите во себе како драгоценост знаење, сепак ваш живот. Ви посакуваме среќа!

Од Издавачот



МЕСТОТО НА ЧОВЕКОТ ВО ЖИВИОТ СВЕТ 8

Нивоа на биолошка организација 8

Хомеостаза 10

ЛОКОМОТОРЕН СИСТЕМ - ПОТПОРНО-ДВИЖЕЧКИ АПАРАТ 12

СКЕЛЕТЕН СИСТЕМ 12

Скелетни органи - коски 13

Структура на коските 13

Морфологија на коските 14

Какви типови коски разликуваме? 15

Поврзување на коските 17

Општ план на градба на скелет 18

МУСКУЛЕН СИСТЕМ 22

Градба на мускулите и видови мускулни органи 22

Мускулно ткиво 23

Скелетни мускули 24

Функција на мускули 26

Скелетно-мускулна интеракција 26

Мускулна контракција 26

Видови мускулни контракции 27

Мускулна сила 28

Мускулна работа 28

Зошто мускулите се заморуваат? 29

ДЕФОРМИТЕТИ И БОЛЕСТИ НА СИСТЕМОТ ЗА ЛОКОМОЦИЈА 31

МЕСТОТО НА ЧОВЕКОТ ВО ЖИВИОТ СВЕТ

Нивоа на биолошка организација

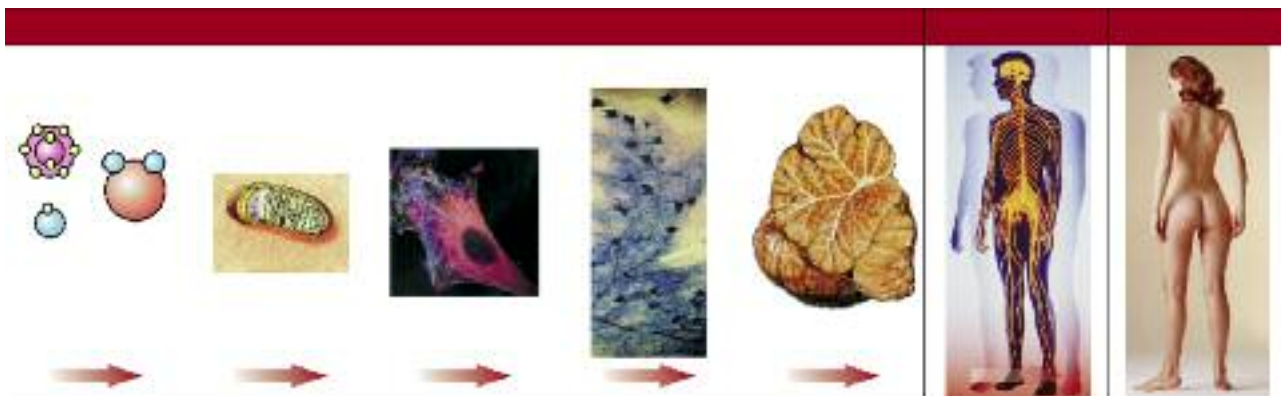
Од она што досега го имате изучувано од областа на биологијата, знаете дека сите живи системи растат, се хранат, продуцираат енергија, ги излучуваат непотребните материи, се размножуваат и вршат бројни други процеси што ги одржуваат во живот.

Сите овие процеси се подредени во една физичка и физиолошка организација, која содржи седум нивоа. Нивоата се организирани и подредени според големината и функцијата, почнувајќи од: 1. атомите, молекулите (соединенијата), 2. органелите, 3. клетките, 4. ткивата, 5. органите, 6. органскиот систем, и завршувајќи со 7. организмот (слика 1.1)

Аџиомиие, како најмали структурни компоненти на живиот систем, влегуваат во состав на *молекулиите*, кои ги градат бројните неоргански и органски соединенија. Сое-

Според елементарната градба на живите системи, во организмот има седум нивоа на организација.

Нивоата на организацијата се подредени според големината и функцијата: 1. атоми, молекули, 2. органела, 3. клетки, 4. ткиво, 5. орган, 6. органски систем, и 7. организам).



Сл. 1.1. Биолошки нивоа на организацијата кај човекот.

диненијата се содржат во ултраструктурата на клеточните органели. *Клейочниите органели* се одговорни за извршување на метаболните процеси што го одржуваат животот на клетката.

Клейкаџа е најмал жив биолошки систем. Во клетките се одвиваат сите метаболни активности и затоа се смета дека таа е наједноставното ниво на организација во кое се одвиваат животните функции. Во зависност од функцијата, клетките се организирани и интегрирани во *џкива*. Ткивото претставува група клетки кои имаат исто потекло и структура, кое е специјализирано за извршување на иста функција. Во човечкиот организам, главно, има четири типови ткива. Тоа се: покровно-заштитно ткиво, пот-

Група клетки кои имаат исто потекло и структура и се специјализирани за извршување на иста функција претставуваат ткиво.

Во изградбата на човечкиот организам учествуваат, главно, четири типа ткива (покровно-заштитно, потпорно-сврзно, мускулно и нервно).

порно-сврзно, мускулно и нервно ткиво. Две или повеќе ткива кои меѓусебно се поврзани и учествуваат во извршувањето на иста функција, формираат *орган*.

Органите се карактеризираат со определена форма и положба во организмот. Внатрешните органи се сместени во празнини на задниот и предниот дел на телото. Празнините во задниот дел на телото ги содржат мозокот (во черепната празнина) и ’рбетниот мозок (во празнината на ’рбетниот канал). Органите кои се сместени во предниот дел на телото, во градната (торакална), stomачната (абдоминална) и карличната (пелвична) празнина се прикажани во табелата 1.1.

Табела 1.1. Распоред на органите во телесните празнини во предниот дел од телото:

Градна празнина	Stomачна празнина	Карлична празнина
Бели дробови	Желудник	Мочен меур
Срце	Тенко и дебело црево	Репродуктивни органи
Градна жлезда	Црн дроб	Право црево
Хранопровод	Жолчка	Бубрези
Дишник	Слезина	Мочоводи
Главни крвни садови	Панкреас	

Два или повеќе органи кои се меѓусебно анатомски и функционално поврзани сочинуваат повисоко ниво на организација претставува *органски систем*. Човечкото тело е најсложена комплексна структура која зависи од синхронизираната функција на сите органски системи (слика 1.2.).

Орѓанизам е највисокото ниво на интеграција на живиот систем, кој е носител на животот. Тој сочинува целина од морфолошки и функционално поврзани органски системи.

Организацијата од две или повеќе ткива кои учествуваат во извршувањето на иста функција претставува орган.

Органите се сместени во празнините на задниот (во черепната празнина и во празнината на ’рбетниот канал) и предниот (градната, stomачната и карличната празнина) дел од телото.

Анатомски и функционално поврзани повеќе органи меѓусебно го сочинуваат органскиот систем.

Целина од морфолошки и функционално поврзани органски системи сочинува организам, кој е највисоко ниво на биолошка интеграција на живиот систем.



Сл. 1.2. Органски системи кај човекот: мускулен, коскен, дигестивен, циркулаторен, лимфен, кожен, екскреторен, респираторен, нервен, ендокрин и репродуктивен.

Поврзувањето и усогласувањето на функциите на клетките од одделните органи и органски системи се остварува преку вонклеточната (екстрацелуларна) течност, со која се одржува внатрешната рамнотежа на организмот. Во телото на еден возрасен човек има 42 литри течност. Од овој волумен, околу 25 литри се интегрирани во клетките - *интрацелуларна течност*, додека 12 литри се вклучени во размената на материи и се сместени меѓу клетките - *интерстициска течност*. Преку меѓуклеточната течност се остварува размена помеѓу крвта и клетките. Останатите 5 литри отпаѓаат на крвта (3 литри плазма и 2 литри крвни клетки. Затоа промените во составот и волуменот на екстрацелуларната течност (како на пример по внесување на течност во организмот), влијаат и покажуваат ефекти врз активноста на клетките. Особено важно за нормално функционирање на клетките е одржувањето во нормални граници на концентрацијата на различни состојки во меѓуклеточната течност.

Хомеостаза

Остварувањето на животот на еден организам не подразбира и индивидуално постоење на изолиран систем, независен од средината. Во услови на континуирани промени во непосредната животна средина, организмот одржува стабилна внатрешна рамнотежа (хомеостаза), преку нервниот и ендокриниот систем.

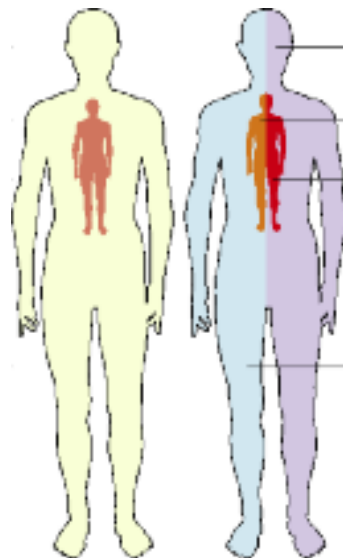
Хомеостазата претставува одржување на функциите на органите и органските системи во границите на нормалата при промени во надворешната и внатрешната средина (на пример: константна температура на телото, постојан крвен притисок и сл.).

Главен механизам во регулацијата на функциите е повратната или „feedback“ врска, со која организмот настојува да ги намали ефектите од нарушувањето на функциите. Така, на пример, со покачувањето на телесната температура, се активираат потните жлезди, за да ја намалат температурата преку потење. Според начинот на функционирањето и регулирање на повратната врска таа може да биде позитивна (регулира дел од органскиот систем) и негативна (се однесува на целиот органски систем).

Негативната повратна врска (негативен feedback механизам) е механизам во кој реакцијата на почетниот стимул е спротивна. На пример при регулација на дишење-

Поврзувањето на функциите на клетките од органите и органските системи се одвива преку екстрацелуларната течност.

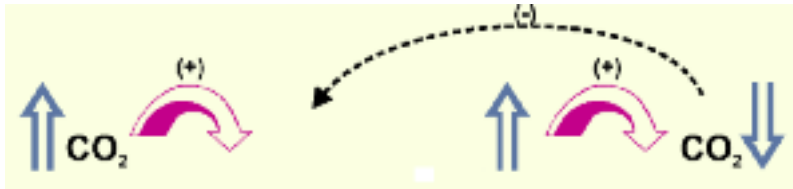
Течноста во телото на човекот е распоредена во клетките (интрацелуларна течност) и надвор од нив (екстрацелуларна: помеѓу клетките - интерстициска и во крвните садови - васкуларна течност).



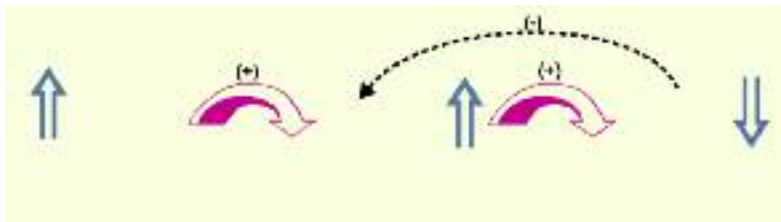
Одржувањето на рамнотежа во функциите на органските системи при промени во надворешната и внатрешната средина се нарекува хомеостаза.

Механизам на регулација на функциите претставува повратна врска.

Според начинот на кој функционира повратната врска, таа може да биде позитивна и негативна.



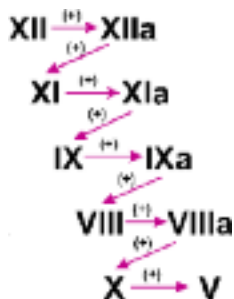
то, зголемената концентрација на јаглеродниот диоксид во циркулацијата (продукт на клетките од оксидативните процеси) го дразни центарот за дишење, со што предизвикува забрзано дишење (зголемена белодробна вентилација). Тоа доведува до намалување на нивото на јаглеродниот диоксид во крвта. Со истиот негативен повратен механизам се регулира и намалената концентрација на јаглеродниот диоксид во крвта.



Пример за негативна повратна врска

Позитивната повратна врска (позитивен feedback механизам), е процес при кој почетниот стимулус предизвикува зголемување на наредниот, односно одговара со зголемување и обратно (ако предизвикува намалување се продолжува со намалување). Овој механизам е карактеристичен за каскадни реакции кои се одвиваат во дел од системите. Оваа појава се нарекува и „маѓепсан круг“, (Circulus vitiosus), но во такви состојби телото со помош на негативни повратни реакции ја одржува хомеостазата.

Пример за позитивен повратен механизам е процесот на засирување или коагулација на крвта. При повреда на некој крвен сад започнува процесот за создавање на коагулум (види тема 3).



Приказ на процесот коагулација на крвта, според принципот на позитивна повратна врска



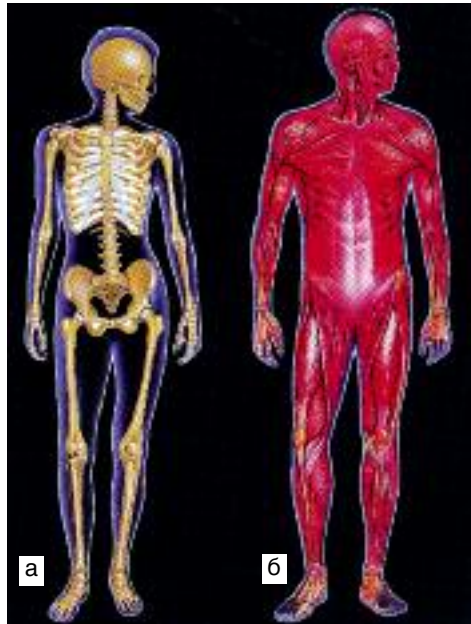
Организмот не е и последно ниво на биолошка организација, бидејќи остварувањето на животните процеси на еден организам не подразбира и индивидуално постоење. Затоа, повисокото ниво на организација вклучува и организација и интеграција на група организми. На пример, повеќе единки од ист вид претставуваат популација, а повеќе различни видови организми претставуваат заедница. Така, повисоките нивоа на организација се: популација, животна заедница, екосистем, биосфера.

ЛОКОМОТОРЕН СИСТЕМ – ПОТПОРНО-ДВИЖЕЧКИ АПАРАТ

Потпорно-движечкиот апарат се состои од два дела. Првиот, го сочинува **скелетниот систем**, кој е изграден од 'рсквични и коскени елементи. Тој го претставува *нејодвижниот* - *пасивниот* дел од локомоторниот систем. За него се поврзуваат мускулите и служи за нивна потпора.

Вториот, **мускулниот систем**, се состои од сврзно ткиво и мускули, што ја определуваат формата на телото и на неговите одделни делови. Тој го претставува *подвижниот* - *активниот* дел од овој систем (слика 1.1., а и б).

Скелетот и мускулите функционираат усогласено во движењето на телото и неговите делови во просторот и истовремено обезбедуваат заштита и потпора на одделни органи во организмот. Токму затоа се нарекува и потпорно-движечки апарат. Кај возрасен човек од целокупната маса на телото, 20% отпаѓа на скелетот, додека 40% на мускулите.



Сл. 1.1. Коскен (а) и мускулен (б) систем кај човекот.

СКЕЛЕТЕН СИСТЕМ

Скелетниот систем се изучува во посебен дел од анатомијата - остеологија (osteologia) - кој ги проучува и ги опишува коските. Скелетот служи за потпора на мускулите и заштита на многу нежни, ранливи органи во телото, како што се черепниот, 'рбетниот мозок и др.

Кај човекот, скелетот се формира за време на ембрионалниот развој поминувајќи низ три стадиуми. Во ран-

Суѓестии за настајавникој:

Ако Вашето училиште располага со скелети, искористете го за да го зайочните часој. Исто така, заедно со Вашите ученици набавете различни видови коски, кои ќе ги користите за истражување. (Сварете ги коските во вода и исчистете ги од месото. Појтоа појојете ги коските во 6% хидроген, во кој ќе ојстојат неколку дена.) Зайочните го предавањето користејќи ги предзнањата на учениците за функцијата на коските и скелетот.

Скелетот претставува пасивен дел од системот за движење за кој се прицврстени мускулите.

Скелетот е изграден од, 'рсквични и коскени елементи.

Мускулите претставуваат активен дел од системот за движење.

Мускулниот систем е изграден од сврзно ткиво и мускули.

При движењето на организмот активниот (мускулите) и пасивниот дел (скелетот) работат усогласено.

иот ембрионален стадиум тој е претставен со хорда, која се заменува со - 'рскивично ткиво. Подоцна, со растењето, започнува создавање на коскената маса, односно окоскување (осификација) и при тоа 'рскивичната постепено преминува во коскено ткиво.

Некои делови од скелетот кои влегуваат во потпорните елементи остануваат во форма на 'рскивица во текот на целиот живот. Таков случај е 'рскивичната површина на зглобовите, гркланот, 'рскивичните прстени на дишникот, ушната школка, предниот дел од носот (ноздрите), крајните делови од ребрата и др.

Скелетни органи - коски

Скелетот претставува збир од скелетни органи - коски. Кај возрасен човек скелетот содржи вкупно 208 коски. Тие се меѓусебно поврзани во стабилна функционална целина, во услови на мирување и при движење на телото. Секоја коска во системот има определена форма и е специјализирана за вршење на определена функција. За коските преку тетиви се поврзуваат скелетните мускули, со кои се обезбедува определен начин за нивно движење.

Структура на коските

Коските, со исклучок на забите, се најцврстите органи во телото на човекот. Нивната структура овозможува да се отпорни на свиткување, влечење и притисок. Коските се изградени од коскено ткиво кое може да биде:

а. **Збиено коскено ткиво** - компактно (substantia compacta);

б. **Сунѓересто коскено ткиво** (substantia spongiosa).

Компактното коскено ткиво го гради површинскиот слој на коската, а сунѓерестото се наоѓа во длабоките делови. Коскениот ткиво го градат:

▶ **Свездообразни коскени клетки** (osteocyt).

Коскениите клетки се поврзани меѓу себе со кусите продолжетоци и се распоредени во концентрични плочи (ламели). Во средината на ламелите е сместен централен Havers-ов канал (слика. 1.2). Меѓу ламелите е распределена минерализираната основна материја.

Ламелите во компактното коскено ткиво се густо збиени, а во сунѓерестото (спонгиозно) коскено ткиво тие се разредени и му даваат растресит изглед.

▶ **Цврста основна меѓуклеточна материја** што ја продуцираат самите клетки.

Суѓестии за наставнички:

За да го истакнете во предавањето значењето на Ca и P за цврстината, и на осеиниот за еластичноста на коските, неколку дена пред тоа:

1. Пошто е една коска (прејходно сварена) во 5-10% HCl. Овакако ќе ја загуби цврстината, измијте ја коската со вода. Таа е мекка и лесно се свиткува.

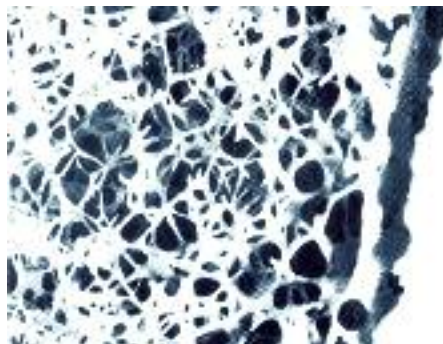
2. Земете друга коска, прифатете ја со пинцети и загревајте ја на пламен до вжарување. Кога ќе се обидете да ја свиткаете, таа лесно ќе се скрши.

3. Поставете им задача на учениците за размислување да објаснат кои се причините за овие појави.

Скелетот кај човекот се формира за време на ембрионалниот развој минувајќи низ стадиум на хордово, 'рскивично и коскено ткиво.

Окоскувањето (осификацијата) е процес во кој 'рскивичната преминува во коскено ткиво.

Површината на зглобовите, ушната школка, носните, гркланот и др. остануваат во форма на 'рскивица во текот на целиот живот.



Спонгиозно-сунѓересто коскено ткиво

Во *основната материја* се натрупуваат солите на калциумот, фосфатите и карбонатите. Солите се застапени со 65% и од нивната концентрација зависи цврстината на коските. 10% од основната материја отпаѓаат на водата, додека остатокот го сочинува белковината **осеин**. Осеинот ја дава еластичноста на коските.

Мобилизацијата на калциумот во коските, е под контрола на специфични хормони (Тема 6). Нарушувањето на концентрацијата на калциумот се одразува преку промени во коските. Коскениот ткиво постојано се изградува и разградува со функционирањето на коскените клетки. Типовите коскено ткиво, градбата, особините и неговата функција се прикажани во табелата 1.1.

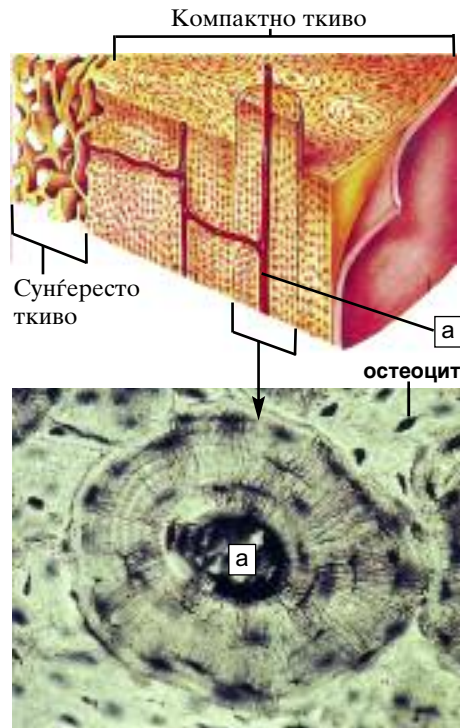
Морфологија на коските

Основната градба на коските најдобро ќе ја проучиме на долгите коски од екстремитетите. На нив разликуваме проширени краеве *епифизи*, кои се поврзани меѓу себе со издолжен, цвчест дел (тело на коската), наречен *дијафиза*. Во дијафизата се содржи внатрешен шуплив канал.

Проучувајќи ја малку поконтретно внатрешната градба на коската, на слика 1.3. се забележува дека:

♦ **внатрешниот коскен канал** е исполнет со *црвена коскена срцевина*, во која до 25 годишна возраст се врши создавањето на крвните клетки, процес познат како хемопоеза. Потоа претрпува масна дегенерација и преминува во коскен мозок;

♦ **сидот на коскениот канал** е изграден од *компактно коскено ткиво*. Во внатрешноста на епифизите исто така се содржи *црвена коскена срцевина*. Низ сидот на коската



Сл. 1.2. Компактно коскено ткиво: а) централен Хаверсов канал, опколен со концентрични плочи (ламели, од минерализиран матрикс). Во ламелите се сместени остеоцитите, кои меѓусебно се поврзани со продолжетеците.

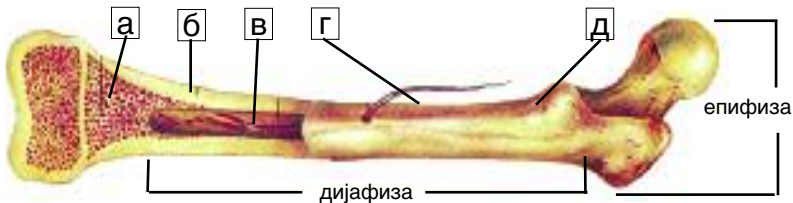
Коскениот ткиво е изградено од коскени клетки и цврста, меѓуклеточна (основна) материја.

Таб. 1.1. Типови коскено ткиво, градба, особини, функција во организмот.

Типови	Градба и особини	Функција
<p>1. сунѓересто (црвено) коскено ткиво</p> <p>2. компактно коскено ткиво</p>	<p>коскено ткиво: клетки – остеоцити: форма: ѕвездеста, со куси продолжетеци; основна материја: – неорганиски дел 65%: CaCO_3 и $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ – цврстина; – органиски дел 25%, белковина (осеин) – еластичност; распоред на клетките во коскениот ткиво: – остеоцитите се распоредени во концентрични кругови; – централно – Хаверсов канал (низ него поминуваат крвни садови и нерви).</p>	<p>– градба на сите коски од скелетниот потсистем; – растење на коските и обновување после повреда; – создавање на крвни клетки (еритроцити и леукоцити – хемопоеза); – складирање на калциум и фосфор; – потпора за мускулите и другите меки органи; – заштита на лесно ранливи органи (рбетен и черепен мозок, срце, бели дробови, очи и др.);</p>

минува Havers-овото каналче, во кое се сместени крвните садови, што помагаат во нутрификацијата (исхрана) на коските и нерви кои ја прават коската чувствителна;

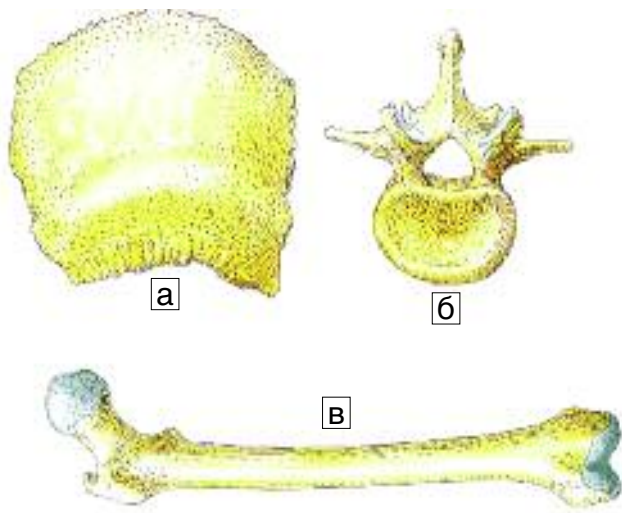
♦ **покосницата (periosteum)** е надворешната обвивка на коските, изградена од клетки кои за разлика од остеоцитите ја задржале способноста за делба. Со нивната активност коските растат во должина, се задебелуваат и по повреда се обновуваат. До 20 годишна возраст покосницата е особено активна, по што се намалува нејзината способност за размножување. Кај старите луѓе тоа е главна причина за бавното зараснување на коските.



Сл. 1.3. Структурна организација на цевчестата коска: а. сунѓересто ткиво, б. компактно ткиво, в. коскена срцевина, г. крвен сад и д. покосница

Какви типови коски разликуваме?

Скелетот кај човекот претставува збир од скелетни органи - коски кои се разликуваат по својата големина, форма, положба во системот и улогата што ја вршат во него. Врз основа на формата, тие се поделени во три основни групи: **цевчестии, куси и пловнаији коски** (табела 1.2. и слика 1.4).



Сл. 1.4. Преглед на коски со различна форма: а. плоската - челна коска, б. куса коска - прешлен, в. цевчеста - бутна коска.

Основната материја се состои од соли на Са и Р, осеин и вода.

Коскените клетки (остеоцити), се ѕвездообразни, клетки, кои околу себе продуцираат цврста основна материја, во која се таложат соли на Са (карбонати и фосфати).

Скелетниот систем обезбедува потпора, заштита, создавање на крвни клетки и депонирање на Са и Р.

Клетките на покосницата учествуваат во растењето и обновувањето на коските по повреда.

Суѓестии за настаивањето:









По Вашето предавање за поделбата на коските и нивното поврзување, поделете ги учениците во 5-6 во групи. Во секоја група, учениците за часот треба да обезбедат по еден екстремитет од кокошка. Дајте им инструкции да извршат дисекиција, со цел преку лично искуство да го проучат поврзувањето на мускулите за коските, градабата на зглобот и видот на коските. Потоа секоја група да издвои јано, на кое ќе ги распореди и ќе ги обележи одделните делови од објектите што го дисекираше.

На цевчестите коски разликуваме: издолжен цевчест дел - дијафиза и проширени краеве - епифизи.

Во внатрешната градба кај коските разликуваме: коскен канал, сид на коскениот канал.

Во внатрешниот коскен канал се содржи црвена коскена срцевина во која се создаваат крвните клетки (хемопоеза).

Таб. 1.2. Типови коски, положба и улога

ВИДОВИ КОСКИ	ПОЛОЖБА ВО СКЕЛЕТОТ	КАРАКТЕРИСТИЧНИ ОСОБИНИ	УЛОГА ВО ОРГАНИЗМОТ
ЦЕВЧЕСТИ КОСКИ			
рамена - humerus	Горни екстремитети (раце); 	– шупливи коски (исполнети со коскена срцевина); – тело–дијафиза (компактно коскено ткиво); – краеве–епифизи (сунѓересто коскено ткиво);	– хемопоеза – создавање на формативните елементи на крвта до 25–годишна возраст; – хемопоеза во текот на целиот живот;
лакотна - ulna			
палечна - radius			
бутна - femur	Долни екстремитети (нозе);		
голема писка - tibia			
мала писка - fibula			
КУСИ КОСКИ			
прешлени 	'рбетен столб	со неправилен облик: – централен–канал на 'рбетниот мозок; – тело на прешленот и израстоци	заштита на 'рбетниот мозок;
прсти - falanges – корен на шепата – ossa carpi 	коски на шепата		прецизни, мали движења (свириење клавир).
корен на стапалото - ossa tarsi 	коски на стапалото		
ПЛОСНАТИ КОСКИ			
карлична коска os coxae 	карличен појас;	за него се поврзуваат долните екстремитети; – се формира за време на половата зрелост со сраснување на: слабинска, седална и срамна коска;	заштита на сите висцерални органи (viscera – утроба);
лопатка – scapula 	рамен појас;	– за него се поврзуваат горните екстремитети; – се формира од рамената и лопатната коска;	потпора за мускулите;
коски на черепот ossa cranii 	коски на главата (череп);	сите коски се неподвижно поврзани во цврстата черепна кутија (освен подвиличната коска);	заштита на черепниот мозок и сетилата (очи, уши);
градна коска sternum 	граден кош	– заедно со ребрата учествува во формирање на градната празнина; – содржи сунѓересто коскено ткиво	– заштита на органите во градната празнина (срце, бели дробови); – создавање на крвни клетки.

Поврзување на коските

За да се обезбеди стабилност, потпора и заштита на нежните органи во различни делови на системите, коските се спојуваат меѓу себе. Зглобовите (споеви) може да бидат: неподвижни зглобови (сиартрози), подвижни зглобови (диартрози) и полуподвижни зглобови (семиартрози).

■ **Неподвижните споеви (неподвижни зглобови)**, имаат статичка функција. Според видот на ткивото што ги поврзува, коските се делат на фиброзни (влакнести) и 'рскавични. Со фиброзно ткиво се поврзуваат плочестите коски на черепот, преку **шевови** - suturi (слика 1.5). Со 'рскавично ткиво се поврзуваат левата и десната половина на појасот во карличната коска. 'Рскавичниот зглоб за време на бременост набабрува и спојот станува полуподвижен.

■ **Полуподвижните споеви (полуподвижни зглобови)**, имаат рамни зглобни површини, еднакви по големина, кратка зглобна капсула и куси дебели врвки. Вакви поврзувања среќаваме кај коските на шепата, стапалото и прешлените на 'рбетниот столб меѓу кои е вметната 'рскавична плоча (диск) (слика 1.6).

■ **Подвижни споеви (подвижни зглобови - articulatio)**. Доколку се зглобуваат две коски чинат прост зглоб, а кога се зглобуваат повеќе коски чинат сложен зглоб. Кај зглобовите се разликуваат: главни и споредни елементи (слика 1.7).

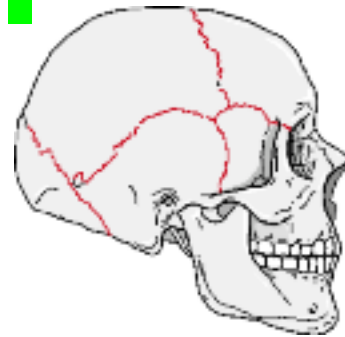
1. Главни елементи на зглобот се:

◆ **Зглобна површина** - најчесто се наоѓа на епифизите од долгите коски. Зглобните површини се надополнуваат меѓу себе и најчесто на едната коска се вглавнати (чашката), а на другата коска е испакнатата глава. Зглобните површини се обложени со зглобна 'рскавица која при неправилно оптоварување се оштетува. Зглобната 'рскавица го олеснува лизгањето на коските, ги амортизира ударите и потресите;

◆ **Зглобна ѝразнина** - го претставува просторот меѓу двете зглобни површини. Во неа се излачува синовијална течност (лигава зглобна течност). Таа го подмачкува зглобот и со тоа го намалува триењето меѓу соседните коски. Истовремено учествува во амортизирањето на ударите од тежината на телото, што настануваат при движењето; и

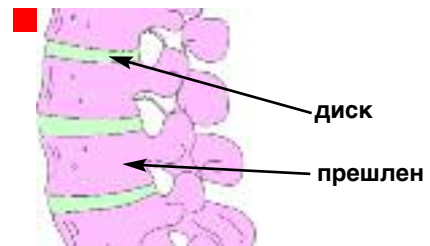
◆ **Зглобна кайсула** која го обвиткува целиот зглоб и се состои од два слоја: надворешен (цврст) и внатрешен (еластичен). Внатрешниот слој на зглобната капсула е синовијална мембрана, која лачи синовијална течност. Таа е збогатена со крвни садови и нерви.

Поврзувањето на две соседни коски се остварува преку зглоб.

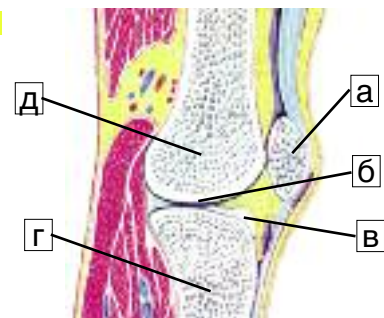


Сл. 1.5. Неподвижни зглобови (шевови).

Коските на черепот се поврзани неподвижно со шевови.



Сл. 1.6. Полуподвижен зглоб



Сл. 1.7. Градба на подвижен зглоб на коленото: а. чашка на коленото (patella), б. зглобна површина, в. зглобна обвивка, г. потколеница, д. надколеница.

Во 'рбетниот столб за подобро врзување на коските, меѓу прешлените се вметнати 'рскавични дискови, кои обезбедуваат полуподвижно зглобување.

2. Споредни елементи на зглобот се: зглобни врски (ligamenta) и сврзно-’рскевични творби:

- **Зглобније врски** претставуваат влакнести ленти што ги поврзуваат краевите од коските и ја зајакнуваат зглобната капсула. Се наоѓаат на местата на најсилно функционално оптоварување на зглобот.

- **Сврзно-’рскевичније творби** се сместени во зглобната празнина на некои зглобови со цел да ги направат компактни зглобните површини.

Општ план на градба на скелет

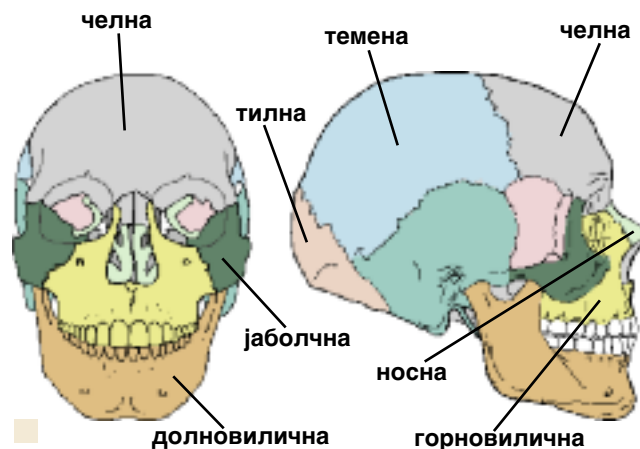
Сите коски во човечкото тело го сочинуваат скелетот. Коските на скелетот кај човекот (слика 1.8.) поделени се во 3 групи:

- ◆ Коски на главата (+ подјазична);
- ◆ Скелет на трупот, составен од коски на ’рбетниот столб и коски на градниот кош; и
- ◆ Скелет на горните и долните екстремитети.

Положбата, бројот и видот на коските од одделните делови на скелетот кај човекот, можете да ги проучите на сликата 1.8.

Скелет на главата:

- | | |
|--------------------------|----------------------|
| а) коски на лицето: | б) коски на черепот: |
| - солзна(2) | - темена (2) |
| - носна (2) | - челна (1) |
| - јаболчна (2) | - клинеста (1) |
| - горновилична (2) | - слепоочна (2) |
| - непчена (2) | - ситеста (1) |
| - рало (1) | - тилна (1) |
| - подјазична (1) | |
| - долновилична (1) | |
| - долна носна школка (2) | |



Со подвижни зглобови се споени бутната, потколениската, и други коски во скелетот.

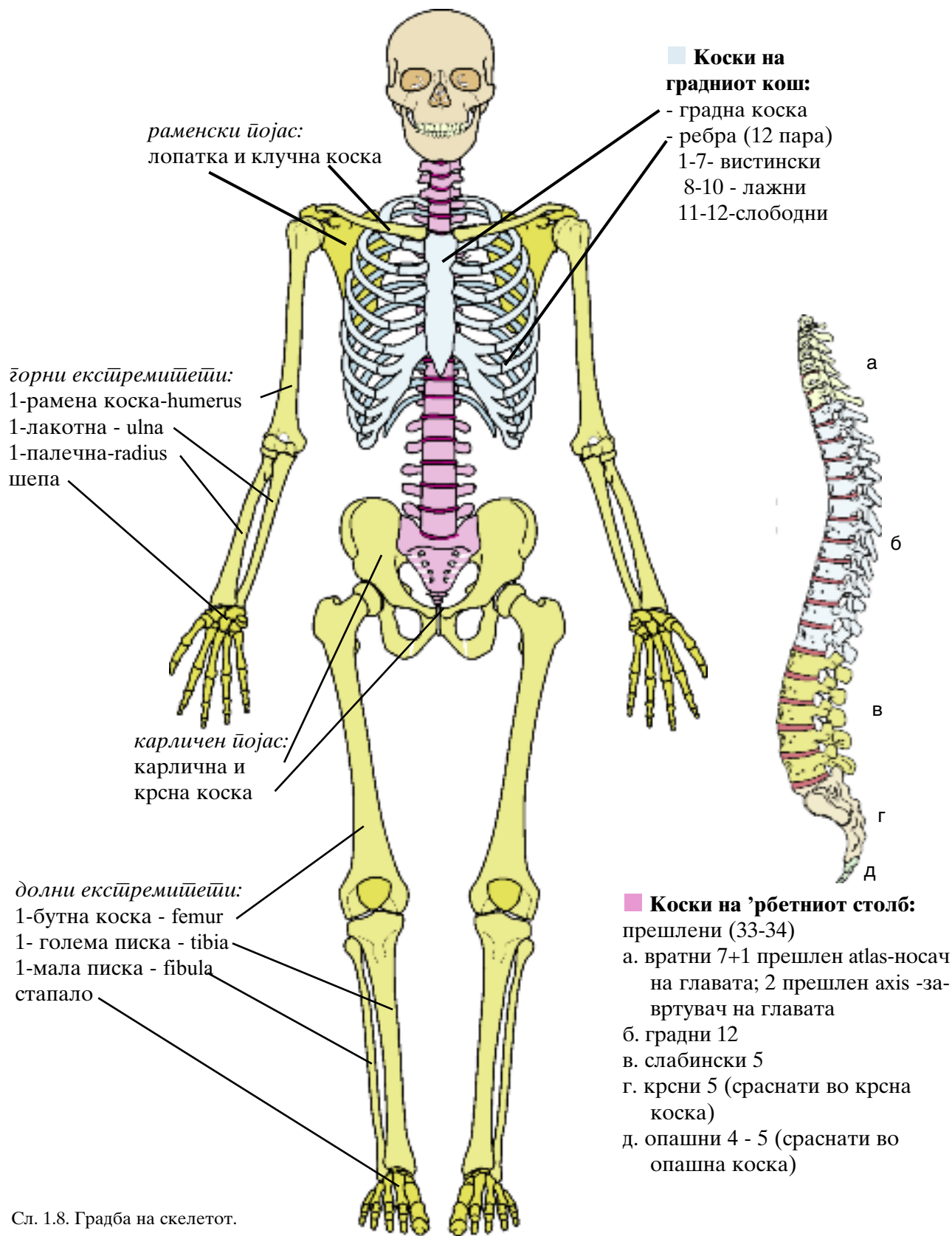
Суѓестии за настајавникој:

Ако настајавникој процени дека ученицијте треба и можат да ги пророчачат знаењата, се пророчачува да се користат содржините од сликата што следи и сликата 1.8.

Зглобовите на екстремитетите се типични подвижни зглобови, кои имаат голема флексибилност во движењето.

Зглобот е изграден од: зглобни површини; зглобна капсула и зглобна празнина.

Преку тетивите се поврзуваат мускулите за коските, додека со лигаментите се поврзуваат коските меѓу себе.



Сл. 1.8. Градба на скелетот.



ЗА ОНИЕ КОИ САКААТ ДА ЗНААТ ПОВЕЌЕ

Првите промени во формата на скелетот на човекот настанале пред околу 3 милијарди години, кога човекот се исправил на долните екстремитети и започнал со бипедално движење. Тогаш дошло до искривување на 'рбетниот столб во форма на латинската буква „S“. Со тоа се формирало вратно и слабинско испакнување на 'рбетот напред, додека градниот и крсниот регион се испакнале наназад. Ова не е идеална положба на телото, па затоа колку сме постари подолго треба да се противставуваме на силите на гравитацијата, што доведува до поголемо искривување и истовремено скусување на телото. Во прилог на ова е и податокот дека и кај новороденчињата, дури по исправувањето на телото се формираат природните кривини на 'рбетниот столб во форма на буквата S.

♦ Во скелетот на главата кај новороденчето сите делови сè уште не се окоскени и затоа постојат неколку мембрански покривки - фонтанели. Некои од нив се затвораат за неколку месеци, а предната дури за 18 месеци.

♦ Кај возрасните, паралелно со окоскувањето се одвива и разградување на коските, со што се оневозможува прекумерно задебелување на коските. По 35-тата година почнуваат промените на скелетот и намалувањето на неговиот апсолутен волумен. Со тоа коскената маса има 5-10% помала вредност на секоја декада од животот. Со староста, поради сраснување на одделни коски, бројот се намалува на 206 коски.

♦ Тешката физичка работа, тешките спортови доведуваат до деформитети и неправилен развиток на телото.

При трчање, кога нозете наизменично ќе ударат на земјата, зглобот на коленото треба да ја апсорбира целокупната сила од тежината на телото. И покрај тоа што зглобот може да апсорбира сила поголема близу седум пати од телесната тежина, сепак зглобот може да се повреди или оштети. Во прилог на тоа говорат податоците според кои од 15 милиони спортисти (фудбалери, тенисери, кошаркари) и аеробисти, 5 милиони имаат проблеми со зглобовите, поради оштетување на зглобната 'рскавица, мускулите, лигаментите или тетивите.

Кога зглобот ќе прими силен удар или премногу ќе се свитка, 'рскавицата може да се раскине. Ова оштетување најчесто организмот не е во состојба да го санира. Ортопедите за вакви повреди препорачуваат да се отстрани целата 'рскавица или оштетениот дел, бидејќи во спротивно ќе премине во артритис.

Лигаментите во зглобот се исто така чувствителни на повреди. Најчесто кај фудбалерите, при судир со коленото, доаѓа до раскинување на лигаментите. Тие се регенерираат за околу 10 дена.

Во врска со зглобовите, познат е и ревматскиот артритис, кој како наследно заболување се јавува по задебелување и воспаление на синовијалната мембрана, што доведува до дегенерација на 'рскавицата.





ЛАБОРАТОРИЈА

Коските - органи на скелетниот систем

Цел: Да ги проучите:

- а) Градбата на коскено ткиво
- б) Формата на коските
- в) Да умеете да ги препознаете коските во скелетниот систем.

Развивање на способностите:

- Набљудување
- Препознавање
- Заклучување
- Усовршување на техниката на микроскопирање

Материјали:

- Светлосен микроскоп
- Готови микроскопски препарати
- Модели од коски
- Графика на скелет од човек
- Прибор за цртање

Предзнаење:

1. Опишете ја градбата на коскено ткиво и
2. Опишете ја градбата на коската

Насоки за работа:

1. Микроскопирање на коскено ткиво
 - Поставете го препаратот под микроскоп и истражувајте го со објектив на најмало зголемување;
 - Откако ќе го откриете објектот, поставете го на објектив со поголемо зголемување и добро проучете го;
 - Пронајдете најјасна слика во видното поле и нацртајте ги деловите од ткивото што го забележувате;
 - Обележете ги сите делови што ги препознавате.
2. Разгледајте ја коската што сте ја добиле за проучување. Нацртајте ја, и напишете ги деловите од кои се состои. Што е карактеристично за градбата на овој тип коски?
3. Користејќи ја графиката од скелетот на човекот, определете ја положбата на коската што ја проучувате и обележете ја.

Насоки за заклучоци:

1. Во кој дел од коската се содржи коскено ткиво што го проучувате?
2. Во која група коски од скелетот спаѓа коската што ја проучувате?
3. Според тоа, каква функција би требало да има тој дел од скелетот кај човекот?

Проверете го Вашето знаење:

1. Опишете ја градбата на коскено ткиво.
2. Од кои системи е составен потпорно-движечкиот апарат и каква улога има секој од нив?
3. Низ кои стадиуми поминува скелетот кај човекот во раниот ембрионален развој?
4. Преку што се поврзуваат мускулите за коските?
5. Опишете ја градбата на долгите коски.
6. Колку типови коскено ткиво има и од што е изградено тоа?
7. Каква функција можат да имаат коските во одделни делови на организмот?
8. На што се должи способноста за растење на коските?
9. Каква е улогата на Havers-овите канали во коските?
10. Од кои коски се состои: градниот кош, карличниот појас, горните екстремитети?
11. Кои особини ги има основната материја на коскено ткиво?
12. Каква положба зафаќа лопатката во скелетот кај човекот?
13. На кој начин можат да се поврзуваат коските меѓу себе?
14. Опишете ја градбата на зглобот на коленото.
15. Какви можат да бидат коските според нивната форма?
16. Од што зависи еластичноста и цврстината на коските?
17. Направете основна поделба на скелетниот систем и наведете кои коски спаѓаат во секоја група.
18. Споредете една долга со плосната коска. По што се разликуваат тие?
19. Од што е изградено коскено ткиво?
20. Дали знаете какво е значењето на Ca и P за коските?



КВИЗ

1. Која од наведените функции не се однесува на скелетот?

- а. Складирање на калциум и фосфор
- б. Потпора за мускулите и други органи
- в. Движење на одделни делови
- г. Хемопоеза
- д. Заштита на нежните органи

2. Поврзете ги коските со деловите во кои припаѓаат!

- | | |
|-------------------|-----------------------|
| ___ срамна коска | а. 'рбетен столб |
| ___ голема писка | б. горни екстремитети |
| ___ палечна коска | в. карличен појас |
| ___ атлас | г. раменски појас |
| ___ лопатка | д. потколено |

3. Во регенерацијата на оштетените коски зема учество:

- а. дијафизата

- б. периостеумот
- в. остеоцитите
- г. епифизите
- д. коскената срцевина

4. Која од наведените коски не припаѓа во скелетот на трупот?

- а. градна коска
- б. седална коска
- в. ребра
- г. рамена коска
- д. axis

5. Поврзете ги одделните групи коски или делови од коските со улогата што ја имаат во организмот!

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| ___ карличен појас | а. хемопоеза |
| ___ череп | б. растење на коската |
| ___ лопатка | в. заштита на нежните органи |
| ___ црвена коскена срцевина | г. потпора на висцералните органи |
| ___ покосница | д. потпора на мускулите |

МУСКУЛЕН СИСТЕМ

Мускулниот систем опфаќа повеќе од 600 мускули, преку кои се остваруваат сите движења на телото и неговите делови. Научната дисциплина која ги изучува мускулите е наречена миологија (myologia). Од вкупната телесна тежина околу 45-50% е мускулна маса. Од тоа, 40% отпаѓаат на скелетните мускули, додека од 5-10% на мазните мускули и срцевиот мускул. Мускулите се во директна врска со нервниот систем. Од него ги примаат нервните импулси (дразби), кои му овозможуваат координирани движења. Низ него минува богата мрежа од крвни садови, преку која се снабдува со хранливи материи и кислород, и се отстрануваат непотребните продукти од метаболизмот.

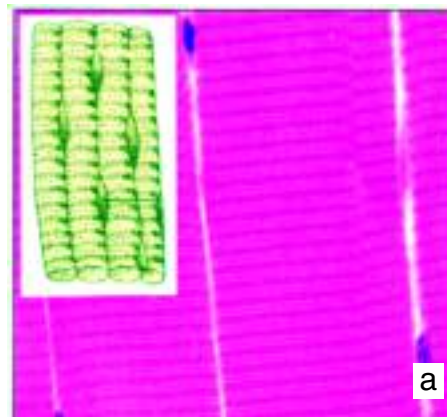
Градба на мускулите и видови мускулни органи

Мускулите се изградени од мускулно ткиво. Според структурата, морфологијата, физиологијата и положбата во телото, ткивото е поделено на: напречно-пругаво, мазно и срцево мускулно ткиво (слика 1.9).

Мускулите го движат телото и неговите одделни делови.

Трофичката улога на мускулите ја има крвта.

Движењето на мускулите е под контрола на нервниот систем.



Сл. 1.9. а. Напречно-пругаво мускулно ткиво

Мускулно ткиво

а) **Напречно-пругавото мускулно ткиво** е познато како скелетно, бидејќи влегува во градбата на мускулите што го покриваат скелетот. Неговите клетки се многу долги (5-12 cm), цилиндрични со рамни краеве, кои имаат способност да се грчат (контрахираат). Поради исклучителната должина се наречени мускулни влакна. Нивната контракција зависи од нашата волја (волева контракција). Мускулното влакно се состои од:

- ♦ *Сарколема* - тенка мембрана која го обвиткува мускулното влакно;

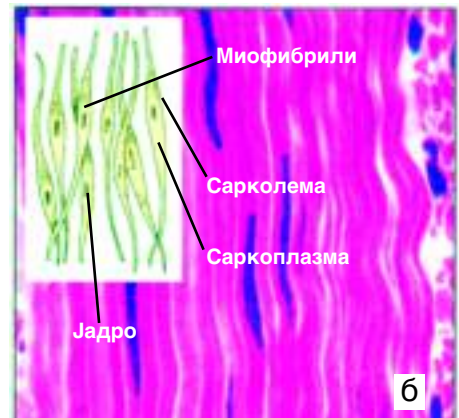
- ♦ *Саркоплазма*, дел од цитоплазмата, богато снабдена со хранливи материи, електролити (Ca^{++} и Mg^{++}), АТР и креатин фосфат, како енергетски извори. Содржи најголем број митохондрии, кои се во врска со продукцијата на енергија за мускулната контракција;

- ♦ *Миофибрили*, тенки влакненца (околу 1 μm), сместени во саркоплазмата кои се одговорни за контракцијата на мускулното влакно. Тие содржат два типа контрактилни протеини: **актин** (потенки) и **миозин** (подебели филamenti). Актинот и миозинот се наизменично распоредени во паралелни линии, со што под микроскоп даваат впечаток на светли и темни зони (напречна пругавост).

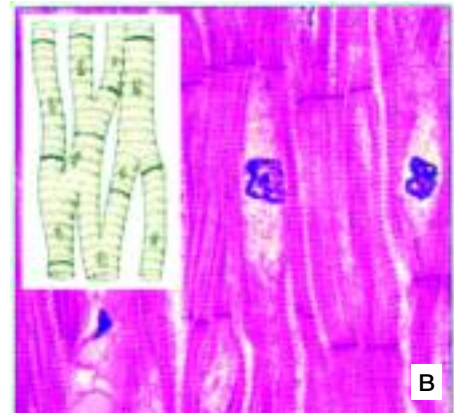
- ♦ *Јадра*, повеќе на број, сместени под сарколемата (слика 1.9. а).

б) **Мазно мускулно ткиво**, изградено е од вретеновидни клетки, со заострени краеве, кои во ткивото се распоредени едни до други. Во саркоплазмата, за разлика од напречно-пругавото ткиво, се содржи едно јадро кое е централно поставено, додека миофибрилите немаат наизменичен распоред (слика 1.9. б).

Од мазно мускулно ткиво се изградени сидовите на цевчестите, шупливи внатрешни органи: крвните садови, жолчните канали, желудникот, цревата, јајцеводите, семеводите, мочниот меур, а се наоѓаат и во кожата. Се нарекуваат мазни или висцерални мускули, поради нивната положба во утробата (*viscera*). Мазните мускули се стимулираат од вегетативни нерви (симпатички и парасимпатички) и за разлика од скелетните мускули извршуваат бавни, ритмични контракции кои не зависат од нашата волја (неволеви контракции). Овие мускули не учествуваат во локомоцијата. По форма можат да бидат *кружни* (сфинктери) на природните отвори: анален отвор или да се сместени на местата на преминувањето од желудникот во тенкото црево, од жолчното кесе во жолчениот канал или од моч-



Сл. 1.9. б. Мазно мускулно ткиво



Сл. 1.9. в. Срцево мускулно ткиво

Клетките на мазното мускулно ткиво се вретеновидни, содржат едно јадро и имаат дифузен распоред на контрактилните протеини.

Внатрешните (висцерални) мускулни органи се изградени од мазно мускулно ткиво и нивната контракција не зависи од нашата волја (неволева).

Срцевиот мускул е изграден од напречно-пругаво мускулно ткиво, но неговата контракција е неволева.

ниот меур во мочниот канал и *илочесѝи* во вид на мускулни пластови, во сидовите на внатрешните органи.

в) **Срцевиот мускул** (miocard) според градбата е сличен на напречно-пругавите мускули, со таа разлика што клетките се пократки и поврзани меѓу себе со протоплазматични мостови кои формираат мрежа, наречена *sincisium*. Ваквата градба овозможува нервниот импулс брзо да се шири низ целиот мускул, со што се обезбедува неговата ритмичка работа. Според функцијата, срцевиот мускул врши неволеви контракции, исто како и мазната мускулатура. Неговата контракција е стимулирана преку вегетативните (симпатички и парасимпатички) нерви, што значи има двојна инервација (слика 1.9. в).

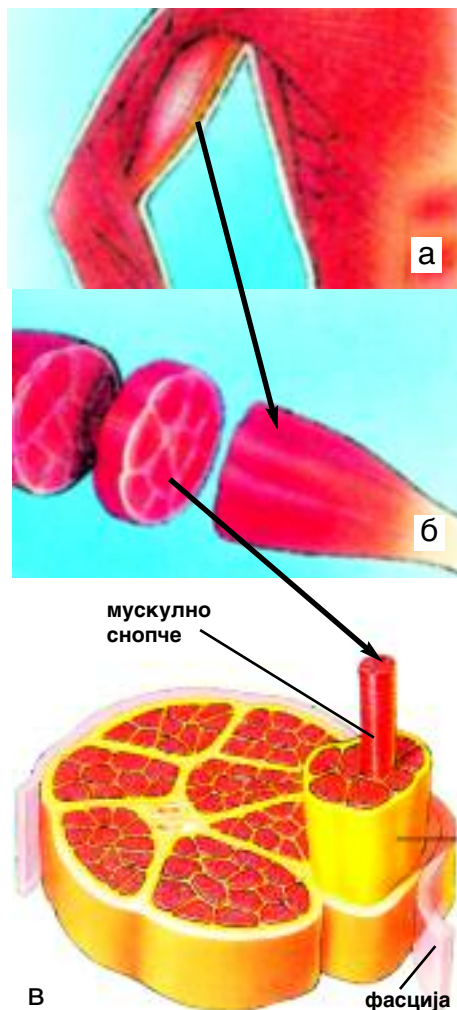
Скелетни мускули

Во скелетните мускули, мускулните влакна се распоредени едни врз други и се групираат во мускулни снопочиња. Секое снопоче е обвитано со нежна тенка мембрана. Повеќе мускулни снопочиња се соединуваат во мускулни снопови, кои сега се обвиткуваат со заедничка сврзна обвивка *фасција*, со што се формира мускулот. Мускулот преку тетивите се поврзува за коските. Тетивите честопати навлегуваат во покосницата, па дури и подлабоко и се шират во коската. На тој начин силата на мускулот се распределува на поголема површина од коската со што се овозможува извршување на понапорна работа (слика 1.10).

Од централниот нервен систем до секој мускул доаѓа по еден нерв (моторен нерв), преку кој се испраќа наредба за извршување на определено движење или извршување на определена работа. Движењето кај скелетните мускули се остварува по принципот на *сѝеѓање* (*контракција*) и *оѝ-ѝушѝање* (*релаксација*). При контракција, мускулите се скусуваат и задебелуваат, а со отпуштање се издолжуваат (екстендираат). Контракциите на скелетните мускули зависат од нашата волја (волеви контракции). Силата на контракцијата на мускулите се пренесува на коските, со што се овозможува нивното движење.

Големината, формата и положбата на скелетните мускули најдобро можете да ги проучите на сликата 1.11. Најзабележливи и најбројни се:

1. **Долгите** - вретеновидни мускули во екстремитетите, на кои разликуваме проширен, активен дел, глава или (мев) и два стеснети, пасивни краеве, тетиви. Во зависност од бројот на главите кои поаѓаат со одделни тетиви, овие мускули можат да бидат:



Слика 1.10
а) Скелетен мускул
б) Внатрешна структура на мускулот
в) Положба на миофибрилите во мускулното снопоче, мускулни снопови и сврзна обвивка (фасција).

Скелетните мускули се изградени од напречно-пругаво мускулно ткиво и се контрахираат со наша волја (волева).

Скелетните мускули се движат со стегање (контракција) и отпуштање (релаксација).

Мускулите на екстремитетите се со вретеновидна форма изградени од глава и две тетиви.

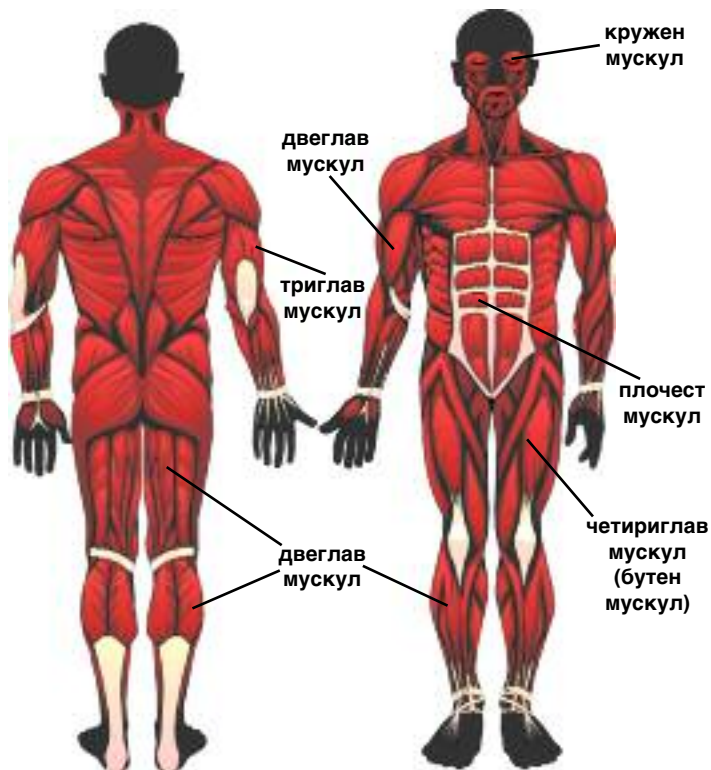
♦ *Двеглави* (m. biceps), мускулите на предниот дел на надлактиот или на задниот дел на натколелото и потколелото,

♦ *Триглави* (m. triceps), мускулите на задниот дел на надлактиот и

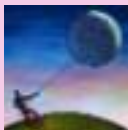
♦ *Четириглави* (m. quadriceps), правиот бутен мускул, кој истовремено е најголем и најмоќен мускул во телото на човекот.

2. **Плочести**, како дијафрагмата, широкиот грбен мускул или можат да бидат најразлични: со форма на ладало (слепоочен), перо, трапезовидни, или да се косо поставени како стомачните мускули и др.;

3. **Куси мускули**, најчесто овални или кружни кои ги опкружуваат природните отвори на лицето (кружен мускул на очниот капак и на усните).



Сл. 1.11. Градба на мускулниот систем кај човекот



ЛАБОРАТОРИЈА

Градба на мускулите

Цел:

- Проучете ја градбата на напречно-пругавото, мазното и срцевото мускулно ткиво;
- Забележете ги разликите што постојат меѓу трите видови мускулно ткиво;

Развивање на способносите:

- Набљудување;
- Препознавање;
- Усовршување на техника на микроскопирање;
- Заклучување.

Материјали:

- Светлосен микроскоп;
- Готови микроскопски препарати од: напречно-пругавото, мазното и срцевото мускулно ткиво
- Прибор за цртање

Предзнаење:

- Опишете ја градбата на напречно-пругавото, на мазното и на срцевото мускулно ткиво.

Насоки за работа:

- Поставете под микроскоп еден од микроскопските препарати и истражувајте го најпрво на најмало зголемување;
- Пронајдете најјасен дел на препаратот и поставете го на објектив со поголемо зголемување;
- Потрудете се да препознаете кој вид мускулно ткиво е на препаратот, забележете го тоа во тетратката, а потоа нацртајте го. Обележете ги деловите што ги препознавате;
- На истиот начин постапете и со наредните два препарата.

Насоки за заклучување:

- Споредете ги цртежите меѓу себе и забележете ги разликите што постојат меѓу нив. По што се разликуваат:
 - Мазното од напречно-пругавото мускулно ткиво;
 - Напречно-пругавото од срцевото мускулно ткиво; и
 - Мазното од срцевото мускулно ткиво?
- Кои уште разлики постојат меѓу овие три ткива? Претставете ги табеларно особините според кои се разликуваат овие ткива.

Функција на мускули

Скелетно-мускулна интеракција

Скелетните мускули остваруваат движење со артикулација на зглобовите. Проверете го тоа! Пробајте да ја свиткате раката во лакотот, а со другата рака опфатете го бицепсот, од внатрешната страна. Целиот мускул е собран, скусен, набабрен и цврст. Во исто време, мускулот на задната страна на надлакотот - трицепсот е отпуштен. Кога ќе ја спуштите раката, мускулот се растегнува и ја зафаќа првобитната форма. Притоа ќе забележите дека, додека бицепсот е стегнат, доаѓа до свиткување на зглобот и подигнување на подлакотот. Поради тоа мускулите на предната страна на раката се нарекуваат превиткувачи на зглобот, односно **флексори**. Истовремено, мускулите на задната страна на раката се олабавени. Кога ќе треба да ја испружите раката, тогаш мускулите на задната страна на надлакотот го исправаат зглобот, од каде што и го добиваат името испраувачи на зглобот, односно **екстензори** (слика 1.12.).

Скелетните мускули кои зависат од подвижноста и видот на зглобовите според насоката на движењето може да бидат *антиагонисти* и *синергисти*. Од примерот јасно се гледа дека мускулите на предната и на задната страна на надлакотот, истовремено вршат спротивни движења. Ваквите мускули се наречени **антагонисти** (слика 1.12). Антагонизам во работата среќаваме и кај мускулите од stomачниот дел, кои при наведнување се собираат, а истовремено мускулите на грбната страна се истегнуваат. Мускулите **синергисти** се движат во иста насока, односно истовремено се во флексија или екстензија. Таков пример се мускулите на предната страна на надлакотот и подлакотот, при превиткување на раката.

Мускулна контракција

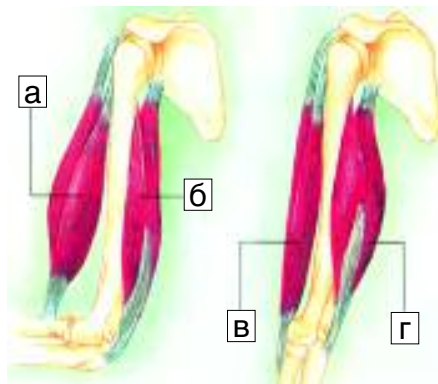
Единствен принцип на кој се движат мускулите е контракција и релаксација на мускулните клетки. На сликата 1.13а, можете да видите дека секој мускул се состои од илјадници мускулни клетки (издолжени мускулни влакна). Секоја, пак, мускулна клетка во саркоплазмата содржи миофибрили. Во миофибрилите се сместени контрактилните протеини, актин и миозин. На истата слика е јасно прикажано дека тие се структурни компоненти на саркомерите (контракtilни единици) на едно мускулно влакно.

Мускулите кои учествуваат во свиткувањето на зглобот се мускули флексори.

Мускулите кои овозможуваат исправање на зглобот се наречени екстензори.

Антагонистите се мускули кои истовремено вршат спротивни движења.

Синергистите истовремено се движат во иста насока.



Сл. 1.12. Антагонизам во мускулната работа. Прикажано е како два мускула можат да овозможат движење во спротивни насоки: а. контракција на biceps, б. релаксација на triceps, в. релаксација на biceps, г. контракција на triceps.

Саркомерите се контрактилни единици во чија структура влегуваат контрактилните протеини.

Движењето на мускулите е последица на контракција и релаксација на саркомерите.

При релаксација се оддалечуваат актин филаментите, со што мускулното влакно се издолжува.

Границата меѓу одделните саркомери е наречена Z (зет)-линија (слика 1.13 б).

Од тука произлегува дека движењето на мускулите е последица на контракцијата и релаксацијата на саркомерите во мускулните клетки. Во неа подеднаков удел имаат актин и миозин филаментите. Ако ја следите понатаму сликата 1.13 в и г, ќе забележите дека, актин филаментите при контракција се лизгаат врз миозин филаментите, кон средината на саркомерите. Со тоа се скусува мускулното влакно. При релаксација, тие се оддалечуваат, што значи доаѓа до негово издолжување. За движење на актин филаментите потребни се јони на Ca^{++} и енергија, која се зема од енергеткото соединение АТР. Аденозин трифосфатот се ослободува од миозинските филаменти и во реакцијата доаѓа до трансформација на хемиската енергија од АТР во механичка. Овој механизам на работа на мускулните клетки е познат како „теорија на лизгање на филаментите“.

Видови мускулни контракции

Контракциите на мускулите се стимулираат со импулсите кои доаѓаат од черепниот, рбетниот мозок и вегетативниот нервен систем. Телото на човекот содржи околу 250 милиони мускулни клетки и околу 420 илјади нервни клетки. На пример, моторниот нерв надразнува 650 мускулни влакна во ногата. Во зависност од тоа колку нервни импулси доаѓаат од мускулот, тој може да извршува два типа мускулни контракции, поединечни и сложени:

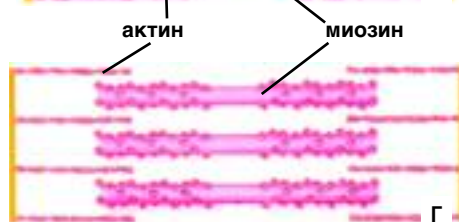
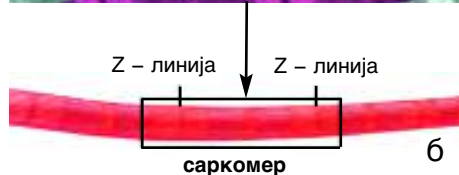
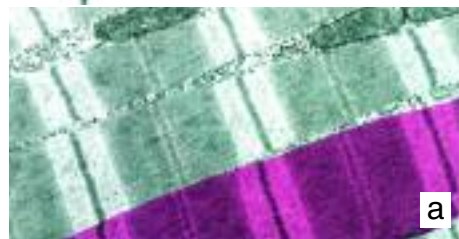
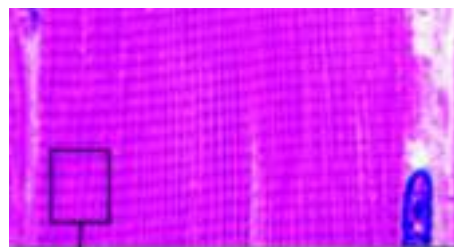
♦ **Поединечни контракции** вршат мускулите кога до нив ќе дојде еден нервен импулс, што значи дека потоа ќе следи една контракција и една релаксација на мускулот. Кај скелетните мускули брзината на контракцијата изнесува неколку милисекунди (ms), затоа се именуваат како брзи мускули.

Кај висцералните мускули, движењето е бавно и може да трае и до 100 (милисекунди), од каде потекнува името бавни мускули. Таков пример се мускулите на цревата, кои со бавни контракции ја туркаат храната од желудникот кон аналниот отвор;

♦ **Сложени контракции**, или познати уште како тетанус, настануваат кај скелетните мускули. Притоа, до мускулот доаѓаат, едноподруго, повеќе импулси, така што секој нареден импулс дејствува пред да заврши претходниот. За разлика од поединечните мускулни контракции, кај тетанусот мускулот подолго време е згрчен. Со тоа, контракцијата трае подолго и се развива четири пати поголема мускулна сила. Ако временското растојание меѓу драз-

Актин филаментите се лизгаат врз миозин филаментите, со што при контракција се скусува мускулното влакно.

Контракцијата на скелетната мускулатура се објаснува со теоријата за лизгање на филаментите.



Сл. 1.13. Структура на мускулното ткиво а) мускулно ткиво; б) мускулно влакно; в) контракција на саркомерите; г) релаксација на саркомерите.

бите е подолго и следната дразба доаѓа во моментот кога мускулот е отпуштен, тогаш ќе дојде до непотполн тетанус (назабен тетанус).

Кај човекот, за да се постигне целосен тетанус, потребно е до мускулот да стигнат 40 зачестени дразби во една секунда. Тетанусната контракција по 15-20 секунди почнува да опаѓа, што е последица на појавата на замор на мускулите.

Мускулна сила

Со контракција мускулите можат да извршуваат различна работа. Меѓу другото, тие можат да подигнат товар чија тежина неколкупати ја надминува тежината на самиот мускул. Најголемата тежина што мускулот може да ја подигне се определува преку **максималната мускулна сила** или преку максималниот мускулен тонус (напрегатост на мускулот). Максималната мускулна сила се јавува како резултат на една максимална волева контракција. Односот меѓу максималната мускулна сила и површината (1cm^2) на мускулот ја претставува апсолутната сила на мускулот. Се изразува во килограми (kg) или њутни (N), а се мери со динамометар.

Силата на мускулот зависи од бројот на мускулните влакна, како и од увежбаноста (тренингот) на мускулот. Во врска со ова разликуваме статичка и динамичка работа на мускулите.

Мускулна работа

Скелетните мускули дури и во услови на мирување се во постојан тонус (згрчени). Во зависност од мускулната активност тие извршуваат динамичка или статичка работа.

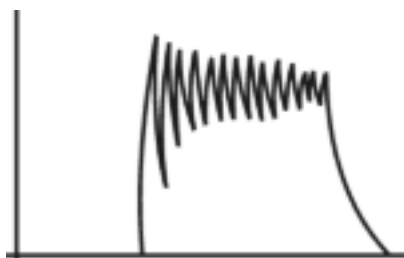
♦ **Динамичка работа** вршат мускулите на екстремитетите, кога се во движење. Во овие движења учествува цела група мускули. Притоа, мускулите ја менуваат својата должина, а нивниот тонус останува непроменет. Овој тип на контракција на скелетните мускули е познат како **изотонична контракција**. Притоа, мускулите не се заморуваат брзо, затоа што активната мускулна работа ја подобрува циркулацијата на крвта низ телото, а со тоа се обезбедуваат доволно хранливи материи и кислород за клеточна оксидација. Истовремено, мускулите се снабдуваат со потребната енергија за работа и се забрзува елиминирањето на непотребните продукти од метаболизмот.

♦ **Статичка работа** вршат мускулите кои го држат телото во исправена положба, во услови на мирување

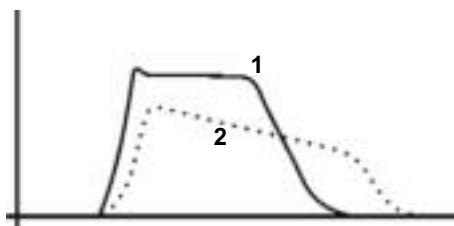
Секој мускул за да се контрахира треба да прими нервен импулс од централниот нервен систем.

Кај поединечните мускулни контракции, по примената дразба, мускулот еднаш се контрахира и отпушта.

Тетанусот е сложена мускулна контракција која настанува со зачестени нервни стимулации, кои го држат подолго време мускулот згрчен.



Назабен тетанус.



Крива на мускулна контракција: 1 - потполн тетанус, 2 - контракција на заморен мускул.

Максималната мускулна сила е максималната тежина што мускулот може да ја подигне.

Апсолутната мускулна сила се дефинира како однос меѓу максималната сила на мускулите што се развива на површина од 1cm^2 .

(стоење на едно место) или седење. Така, на пример, мускулите на вратот кои ја држат главата исправено при гледање телевизија, работа на компјутер, читање и сл., го менуваат тонусот, додека нивната должина не се менува. Во овој случај говориме за **изометриска контракција**. За разлика од мускулите со динамичка работа, овие мускули брзо се заморуваат, поради притисокот што го вршат мускулите врз крвните садови и го забавуваат протокот на крвта низ нив.

Енергијата што се троши за извршување на работата на мускулите е пропорционална со извршената работа. Сепак, целокупната енергија што се ослободува во текот на работата, не може да се користи за активност. Само 20-25% од енергијата се користи за механичката активност на мускулите, а остатокот преминува во топлотна енергија која се оддава преку зрачење во околината.

Зошто мускулите се заморуваат?

Видот и времето на траење на работата го определува степенот на мускулниот замор на мускулите. Заморот се дефинира како привремено намалување на работната способност на некои мускули или на целиот организам. Дали ќе дојде до замор порано или подоцна во текот на работата, пред сè, зависи од работоспособноста на човекот, кондицијата и тежината на работата. Иако заморот најчесто настанува како последица на физички напор, сепак тој се манифестира и врз активноста на централниот нервен систем, што се забележува преку бројни манифестации како што се продолжено рефлексно време (забавени рефлексни движења), потешко помнење, намалена концентрација, зголемена нервна напнатост, мускулна слабост и исцрпеност.

Причините за појава на заморот може да бидат најразлични, меѓутоа како најобјективни се:

- ◆ Замореноста на нервните центри кои постојано испраќаат наредби за соодветни движења на мускулите;
- ◆ Хемиски промени во ткивата и крвта, како последица од натрупување на млечна и фосфорна киселина и јаглероден диоксид во мускулите, кои заради обемната работа побавно се метаболизираат;
- ◆ Осиромашувањето на мускулните клетки со гликоген, кој е основниот извор за обезбедување со енергија во активните ткива и многу други.

При динамичка работа мускулите побавно се заморуваат.

При изотоничната контракција на скелетните мускули се менува должината на мускулот, додека нивниот тонус останува непроменет.

Во услови на мирување, седење или одржување на исправена положба на телото, мускулите побрзо се заморуваат.

Изометриска контракција се врши во услови на мирување, при што се менува тонусот на мускулите, а должината е непроменета.

Кога човекот е заморен, многу често греша во работата.



ИСТРА@УВАЊЕ

Мускулна сила

Хиџоџеза

Временскиот интервал на контракцијата на мускулот зависи од силата на мускулот.

Помошни хиџоџези

- Со зголемувањето на мускулното оптоварување опаѓа мускулната сила;
- Со продолжувањето на времето на мускулната контракција мускулот побрзо се заморува;
- Мускулната сила кај машкиот пол е поголема;
- Мускулната сила расте пропорционално со телесната тежина.

Независно променливи фактори

- Возраста на испитаниците;
- Полот на испитаниците;
- Телесната тежина.

Зависно променливи фактори

- Мускулната сила F_m , изразена во kg ;
- Тежината на телото F_g ;
- Времето на оптоварувањето на мускулот;
- Растојанието од зглобот до мускулот (бицепс) R_1 ;
- Растојанието од зглобот до силата на дејствувањето R_2 ;

Пошребни предзнаења

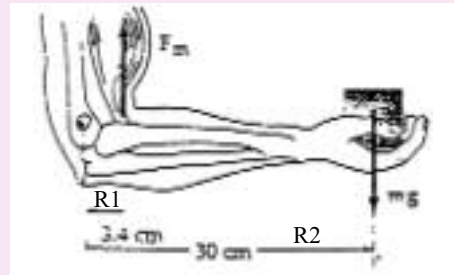
1. Мускулната сила
2. Видовите мускулни контракции
3. Заморот на мускулите

План на испитувањето

- Истражувањето ќе се реализира во 6 групи, од 4-5 ученици. Од секоја трета група да се одберат по двајца испитаници од различен пол;
- Кај секој од испитаниците да се измерат: телесната тежина, растојанието од зглобот до силата на дејствувањето (R_2) и растојанието од зглобот до мускулот (R_1) (според примерот на сликата);
- Секој од нив ќе подигне предмет, прво со тежина од 3 kg, потоа од 2 kg и 1kg;
- I, II и III група, помеѓу секое оптоварување на мускулите со различна тежина да направат пауза од 1 минута;
- IV, V и VI група, ќе ги оптоваруваат мускулите, менувајќи ја тежината еднопосредно, без да пра-

ват пауза меѓу секое оптоварување на мускулот;

- За секое мерење да се регистрира должината (време) на оптоварувањето;
- Сите податоци од мерењето да се внесат во табела и преку формула да се пресмета силата на мускулот;
- Вредностите за пресметаната сила на мускулот од сите испитаници во паралелката да се регистрираат во заедничка табела.



Материјали за работа

- Стоперка;
- Предмети со различна тежина од 1 kg, 2 kg и 3 kg;
- Метро;

Опис, евиденција и обработка на податоците

Резултатите од телесната тежина и од мерењето на вредностите за R_1 и R_2 , за обата пола да се регистрираат во приложената табела. Во истата табела да се внесат и податоците од мерењето на времето, по различното оптоварување на мускулите, каде $F_{g1} = 3\text{kg}$, $F_{g2} = 2\text{kg}$ и $F_{g3} = 1\text{kg}$. Пресметајте ја силата на мускулите (F_m) според приложената формула:

$$F_m = \frac{F_g \times R_2}{R_1}$$

T_M - телесната маса

R_1 - растојанието од зглобот до мускулот

R_2 - растојанието од зглобот до силата на дејствувањето

F_g - различното оптоварување на мускулот;

F_m - силата на мускулот при различно оптоварување;

Насоки за донесување заклучоци

Откако ќе ги споредите резултатите меѓу двете групи испитаници и кај обата пола, објаснете:

1. Како се однесуваат мускулите при подолготрајно оптоварување и што е причина за тоа?

Работна табела за пресметување на мускулната сила во зависност од оптоварувањето и полот.

Пол	TM	R1	R2	Fg1	Fg2	Fg3	Fm1	Fm2	Fm3
М									
Ж									

2. Како влијае различната тежина врз должината на мускулната контракција?
3. Како се одразува паузата врз мускулната контракција?
4. Зошто кај машкиот пол мускулната контракција трае подолго?

ДЕФОРМИТЕТИ И БОЛЕСТИ НА СИСТЕМОТ ЗА ЛОКОМОЦИЈА

Скелетот кај човекот, и покрај тоа што е цврст и еластичен систем од совршено поврзани коскени елементи, подлежи на бројни нарушувања. Тие најчесто доведуваат до повеќе или помалку изразени деформитети на одделни делови или на целокупниот локомоторен систем. Поимот деформација го подразбира секое отстапување од нормалната форма на некој дел од телото.

Во овој дел ќе се задржиме на причините и последиците на деформитетите на скелетниот и мускулниот систем, кои никогаш не се разгледуваат одделно туку како деформитети на системот за локомоција. Тие може да се поделат во повеќе групи. Ќе се задржиме на најчестите деформации:

1. Вродените (конгенитални) деформитети, настануваат како последица на генетски нарушувања и се манифестираат со самото раѓање. Од нив најчести се: исчанчување на колк, криво стапало, рамно стапало, намалување (синдактилија) или зголемување (полидактилија) на бројот на прстите и др.

2. Ендокрини (хормонални) и метаболични нарушувања, главно поврзани со нарушување во ресорпцијата и метаболизмот на Са и Р поради:

- ◆ Нарушено лачење на хормоните кои го регулираат односот на Са и Р во крвта и коските, или

- ◆ Дефицит на витамините А, D и С во исхраната.

Во различен период од животот на човекот потребите од калциум се различни. Најчувствителен е периодот на интензивно растење и развојот кај децата, кај жената за време на бременоста, доењето и климактериумот, но и во староста кај обата пола.

Едно од генералните метаболични заболувања на коските во фаза на растењето е *рахитисот*. Се јавува поради недостиг на калциумови соли и витамин D во храната. Како резултат на тоа отсуствува правилно создавање на не-

Деформација претставува секое отстапување од нормалната форма на дел од телото.

Од вродените деформации најчести се исчанчување на колкот и кривото стапало.

Рахитисот е најчесто метаболично нарушување од недостаток на витаминот D во период на растење и развојот.

Потребите за калциум кај жената се големи особено за време на бременоста, доењето и менопаузата.

органскиот дел во коските, па коските стануваат премногу еластични и лесно се деформираат (пр. Х-нозе и О-нозе).

Кај човекот, осификацијата целосно завршува на 25 - годишна возраст. Ова особено е значајно за женскиот пол, бидејќи дури по таа возраст се физиолошки подготвени да станат мајки, без поголеми последици за коските и забите. Потребите за калциум кај мајката се големи за време на бременоста (плодот користи калциум за изградба на сопствениот скелет) и доењето.

Кај жените, во периодот на климактериум поради промени во хормоналниот статус, се намалува вградувањето на калциум во коските што доведува до остеопороза (шупливи, лесно кршливи коски).

Млекото и млечните производи се добар извор на калциумови соли и се витален продукт во исхраната на новороденчињата, тинејџерите, но и на повозрасните.

3. Деформитетите кои настануваат во текот на развојот на телото под дејство на надворешни фактори, кај децата главно се поврзани со промени во 'рбетниот столб. Причините за тоа се неправилно седење или држење на телото, при што може да се појават деформитети од видот на:

- ◆ Странично искривување на 'рбетот во фронтална рамнина (сколиоза);

- ◆ Зголемена кривина на 'рбетот наназад (кифоза) и

- ◆ Зголемена кривина на 'рбетот нанапред (лордоза).

Остеопорозата настанува поради намалено вградување на калциум во коските што настанува за време на климактериумот и во староста.

За правилното формирање на коските неопходни се калциум и витамин D.



ЗНАЕТЕ ЛИ ДЕКА?



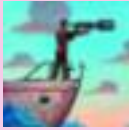
Сон на секој спортист, атлетичар и млад човек е да има убаво градено и цврсто тело. Секоја држава се гордее и ги слави успешните атлетски градени луѓе, поставувајќи ги на највисоката социјална и економска скала во општеството. Прашање е колку денес прославлените миленици во светот на спортот ги постигнуваат своите резултати благодарение на нивните генетски предиспонирани квалитети, дали со право се наоѓаат на листата на победниците?

Желбата да се биде и да се остане во центарот на вниманието по секоја цена, одделни спортисти ги тера да користат недозволените препарати, познати како анаболици, стероиди, ва-

ријанти од хемиски тестостерон (машки полов хормон), кои Светската здравствена организација ги вбројува во дроги.

Точно е дека анаболиците овозможуваат брзо и повеќекратно да се зголеми: мускулната маса, мускулната сила и издржливост и доведуваат до агресивно однесување. Тие влијаат преку зголемувањето на волуменот и бројот на црвените крвни клетки, а со тоа и ги снабдуваат мускулите со поголемо количество кислород. Последица од тоа е забрзана клеточна оксидација и брзо ослободување на големо количество енергија.

Бројни научни студии укажуваат на голем број несакани ефекти кај корисниците на анаболици како: потечено лице, недоразвивање на тестисите и стерилитет, оштетување и појава на рак на црниот дроб, покачен холестерол и ризик од срцев инфаркт. Поновите истражувања се уште позастрашувачки. Според нив, една третина од корисниците на анаболички стероиди имаат сериозни ментални проблеми, со промени во однесувањето, од екстремно насилство до појава на депресија и опсесии.



ИСТРА@УВАЊЕ

Деформитети и болести на локомоторниот систем и негова превенција

Хиџоџеза

Системот за локомоција кај човекот е лесно подложен на оштетување и трајни промени

Помошни хиџоџези

- 'Рбетниот столб кај човекот со возраста претрпува физиолошки промени;
- Кај децата, неправилното држење на телото придонесува за деформации на 'рбетниот столб;
- Недостатокот на витаминот D се одразува врз промените во структурата на коските и процесот на растење;
- Дефицитот на калциум во храната влијае негативно врз процесот на формирањето на коските и нивната цврстина;
- Во периодот на бременост, коскените елементи на мајката можат да подлежат на промени во структурата и формата;
- Во климактериумот коските од скелетот кај жената подлежат на дегенеративни промени.

Независно променливи фактори

- Возраста на човекот;
- Полот кај човекот;
- Физиолошката состојба на организмот;
- Количеството на калциум и витамин D, во храната.

Зависно променливи фактори

- Цврстината на коските;
- Еластичноста на коските;
- Промените во структурата;
- Промените во формата на коските и на одделни делови од скелетот.

План на истражувањето

Истражувањето ќе се реализира во шест групи. Секоја група ќе истражува една од помошните хипотези и притоа:

- Ќе ја проучи и образложи причината за настанатите промени во скелетот;
- Ќе ги илустрира и коментира промените; и
- Ќе посочи соодветни превентивни мерки за секоја промена одделно.

Материјали за работа

Стручна литература и други извори на знаење.

Оџис, евиденцирање и обработка на податоци

Одговорните ученици за истражувањето од секоја група ќе водат дневник за текот на истражувањето. Дневникот треба да ги содржи следниве елементи:

- Предмет и цел на истражувањето;
- Поделба на задолженија за секој поединец во групата;
- Избор на литература;
- Насоки за работа;
- Динамика.

Секој поединец од групата изработува опис на изготвување на задачата, одбира начин за илустрирање, евидентирање и обработка на податоците и донесува соодветни заклучоци, кои ги приложува во заедничкиот дневник.

Кратка содржина на темата

1. Системот за локомоција кај човекот го сочинуваат скелетниот и мускулниот систем. Коските се структурни органи на скелетот. Тие имаат улога во движењето (во интеракција со скелетните мускули, кои се прицврстени за нив), во заштита и потпора на останатите делови од телото, во складирање на минералите и во формирање на крвните клетки.

2. Коските се изградени од цврсто сврзно, коскено ткиво. Тоа се состои од остеоцити, коскени клетки и цврста основна материја што ја про-

дуцираат клетките. Солите на калциумот ја даваат цврстината, додека белковината осеин, ја дава еластичноста на коските.

3. Коските се разликуваат според големината, формата, функцијата и положбата во скелетот. Повеќето коски се поврзани во овој систем преку лигаменти и зглобови. Постојат различни видови зглобови, од кои повеќето се специјализирани за извршување на специфични движења. Најподвижни се зглобовите на екстремитетите.

4. Скелетот кај човекот содржи: коски на черепот, коски на трупот, поделени на коски на 'рбет-

ниот столб и градниот кош и коски на екстремитетите со појасите (горните екстремитети со раменскиот појас и долните екстремитети со карличниот појас).

5. Трите вида мускулно ткиво се: напречно-пругаво или скелетно, мазно и срцево мускулно ткиво. Сите тие се карактеризираат со надразливост, проводливост, еластичност и контрактилност. Само скелетните мускули во интеракција со скелетот овозможуваат движење на одделни делови од телото и целиот организам.

6. Секоја мускулна клетка е изградена од сарколема, саркоплазма и многу подвижни миофибрили, кои содржат контрактилни, актин и миозин филаменти. Филаментите се сместени во саркомерите, основните единици на контракцијата. Саркомерите се контрахираат кога калциумот ќе навлезе во мускулната клетка и ќе го поттикне движењето на актин филаментите врз миозинот, што ќе доведе до скусување (контракција) на мускулното влакно. Енергијата што е потребна за движењето на актин филаментите се ослободува од АТР.

7. Во комбинација со скелетните мускули, скелетот работи како систем од лостови во кој несвитливите коски се движат околу фиксираниите зглобови. Екстремитетите се најподвижните елементи на скелетот. Тие можат да се испружат и ротираат околу зглобот, бидејќи мускулите се интимно поврзани со зглобот и го овозможуваат нивното движење. Во исправувањето на зглобо-

вите удел имаат мускулите екстензори, додека флексорите овозможуваат спротивни движења.

8. Движењето на мускулите е под контрола на нервниот систем. Контракцијата на мускулите настанува како последица на нервен импулс. Ако до мускулот доаѓа еден нервен импулс тие вршат поединечни контракции. Зачестените нервни стимулации кои доаѓаат до мускулот доведуваат до сложени мускулни контракции или тетанус. Овој тип на контракции е типичен за скелетната мускулатура и обезбедува висок степен на брза мускулна активност. Скелетните мускули вршат волеви контракции (кои зависат од нашата волја), додека мазните мускули и срцевиот мускул вршат неволеви контракции.

9. Кога ќе се заморат мускулите, се намалува работната способност на човекот. Мускулите побрзо се заморуваат при статичка работа, кога подолго време стоиме или седиме во исправена положба.

10. Деформитетите на системот за локомоција можеме да ги вброиме во: вродени, хормонални, метаболни и деформитети од неправилен развиток (од конституционални и надворешни фактори). Најчести вродени деформитети се исчанчувањето на колкот и кривото стапало, од метаболните, дефицит на витамините А, D и C во организмот, додека од од последната гупа, деформитетите на 'рбетниот столб, од типот на сколиоза, кифоза и лордоза.

Проверете го вашето знаење

1. Што е движење и како учествуваат мускулите во движењето?
2. Наведете три типа мускулно ткиво и каде се застапени во организмот на човекот?
3. Од што се изградени долгите мускули на екстремитетите?
4. Опишете ја градбата на мускулната клетка и направете разлика меѓу клетките на напречно-пругавото и мазното мускулно ткиво!
5. Направете споредба меѓу скелетните мускули и срцевиот мускул!
6. Кој тип мускули ја сочинуваат висцералната мускулатура и со кои особини се карактеризираат?
7. Во свиткувањето на зглобовите кои мускули учествуваат?
8. Каква улога имаат синергистите?
9. Што е неопходно да содржи мускулот за да може да се контрахира?
10. Објаснете ја мускулната контракција според теоријата за лизгање на филаментите!
11. Што е назабен тетанус?
12. Објаснете ја тетанусната контракција!
13. Кога мускулите побрзо ќе се заморат и што е причина за појава на заморот?
14. Каква форма имаат мускулите сместени на природните отвори и од каков тип на мускули се изградени?

15. Кои мускули вршат побрзи и попрецизни движења?
16. Со кои особини се карактеризираат напречно-пругавите мускули?
17. Какви мускулни контракции вршат мускулите антагонисти? Наведете два примера!
18. Како се дефинира апсолутната мускулна сила, со што може да се измери и со кои мерни единици се изразува?
19. Кои мускули се наречени бавни и каков тип контракции вршат тие?
20. Од што зависи мускулната сила?



КВИЗ

1. Која е најмалата единица на мускулната контракција?

- а. миофибрили
- б. саркомери
- в. миозин филаменти
- г. мускулно влакно
- д. сарколема

2. Мускулната контракција нема да се изврши во отсуство на:

- а. калциумови јони
- б. АТР
- в. нерв
- г. нервна стимулација
- д. сето наведено

3. Поврзи ги термините на мускулните структури и функцијата:

- | | |
|-----------------|--------------------------------------|
| ___ миофибрили | а. содржи многу миофибрили |
| ___ саркоплазма | б. контрактилни единици на мускулите |

___ саркомери

в. дава енергија за лизгање на актинот врз миозинот

___ мускулна клетка

г. изградени од актин и миозин филаменти

___ АТР

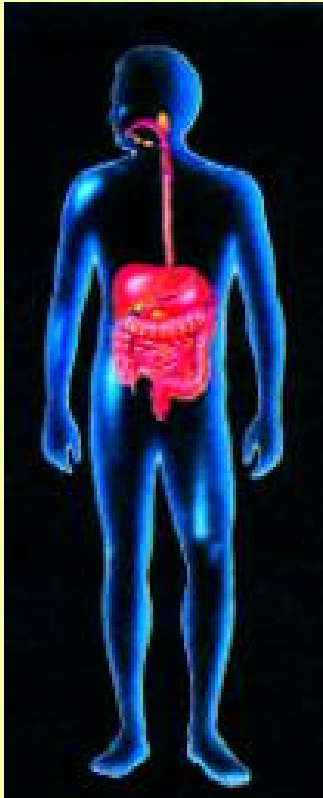
д. способност за контракција и релаксација

4. Каква контракција настанува во мускулите при динамичка работа:

- а. изотонична
- б. изометриска
- в. неволева
- г. спонтана
- д. ритмична

5. Која особина не е карактеристична за скелетните мускули?

- а. ритмични контракции
- б. брзи контракции
- в. побавно се заморуваат
- г. тетанусни контракции
- д. волеви контракции



ДИГЕСТИВЕН СИСТЕМ 37

Што сè треба да содржи храната на човекот 37

ИСХРАНА И МЕТАБОЛИЗАМ 43

Ензими - биолошки катализатори 44

ОПШТ ПЛАН НА ГРАДБА НА СИСТЕМОТ ЗА ДИГЕСТИЈА 45

ДИГЕСТИЈА НА ХРАНАТА ВО ОДДЕЛНИ ДЕЛОВИ ОД СИСТЕМОТ 48

УСНА ПРАЗНИНА 48

Органи во усната празнина 48

Дигестија во усната празнина 50

Движење на храната до желудникот 51

ЖЕЛУДНИК 53

Градба на желудникот 53

Дигестија на храната во желудникот 53

ТЕНКО ЦРЕВО 55

Градба на тенкото црево 55

Дигестија на храната во тенкото црево 55

ДЕБЕЛО ЦРЕВО 57

Градба на дебелото црево 57

Функција на дебелото црево во дигестијата на храната 58

РЕСОРПЦИЈА НА ХРАНАТА ПО ДОЛЖИНАТА НА СИСТЕМОТ ЗА ДИГЕСТИЈА 58

Поджелудочна жлезда 59

Црн дроб 60

БОЛЕСТИ НА ДИГЕСТИВНИОТ СИСТЕМ И ПРЕВЕНЦИЈА 61

2. ДИГЕСТИВЕН СИСТЕМ

Што треба да содржи храната на човекот

Преку исхраната човекот ја обезбедува потребната енергија за извршување на сите метаболни процеси и материјал за изградба на структурите во организмот. Храната што се внесува во организмот не може да се искористи во истата форма. Затоа, големите молекули треба да се преработат (иситнат на помали делови), а со тоа се доведуваат во форма погодна за ресорпција. По завршувањето на овој процес, хранливите материи се пренесуваат во циркулацијата од каде се транспортираат до сите клетки во организмот. Консумирањето на храната, односно видот и количината на храната, е регулирано од различни субјективни појави како што се: глад, жед, ситост, вкус, апетит и слично.

Храната во организмот има повеќекратна улога која е прикажана на сликата 2.1.

1. Енергетската улога, ги задоволува енергетските потреби поврзани со: физичките и умствените активности на човекот, одржување на работата на внатрешните органи (срцето, белите дробови, бубрезите и др.), транспортот на материите, одржувањето на телесната температура во организмот и др.



Дигестивен систем кај човекот.

Суѓестии за наставниците:

На почетокот на часот секој ученик да најрави листица на храната што ја конзумира прејходниот ден. На крајот на часот, врз основа на пирамидата за правилно внесување на храна, која се наоѓа на крајот од методската единица, секој ученик да најрави анализа и да ги издвои оние состојки од храната, кои прекумерно или несоодветно се содржеле во неговите оброци.

Клучните функции на дигестивниот систем се дигестија и ресорпција на хранливите материи.



Сл. 2.1. Значењето на состојките од храната во организмот на човекот.

2. Пластичната улога ја подразбира изградбата на клетките во процесот на растењето и обновувањето на ткивата.

3. Регулаторно-каталитичка улога имаат витамините, кои влегуваат во структурата на ензимите и се вклучуваат во регулирање на метаболичните процеси. Со тоа витамините стануваат неопходни состојки на храната.

За остварување на овие значајни животни функции, храната пред сè треба да содржи три основни типови органски материи: јаглехидрати, протеини и масти, потоа, вода и минерални соли (од неорганските состојки) и витамините како комплексни соединенија со различна хемиска природа (слика 2.2). Сите наведени состојки на храната се есенцијални за избалансираност во исхраната и недостатокот на која било од нив, може да доведе до сериозни метаболни нарушувања. Еве неколку зборови за нив.

Јаглехидратите се основни енергетски извори, кои ги задоволуваат половина од енергетските потреби на организмот. Тие по процесите на дигестија се разложуваат до моносахариди. Од нив најзначајна е глукозата која е прв извор за енергија што ја користат мозочното, мускулното и другите ткива во организмот. Мал дел од јаглехидрати, пред сè може да се складираат во црниот дроб и мускулите, со што се формира депо на гликоген. Тој претставува резервен шеќер во организмот на човекот.

Протеините треба да се застапени со околу 20% во храната. По нивната дигестија, тие се разложуваат до аминокиселини, кои се погодни за синтеза на специфични протеини, градбени и функционални компоненти на клетките во организмот. Исто така учествуваат во структурата на крвниот пигмент (хемоглобин), контрактилните протеини (актин и миозин), одбранбените протеини (глобулините). Протеините се неопходни и за синтеза на ензимите и хормоните, кои ја имаат улогата на катализатори и регулатори на метаболичните процеси во организмот.

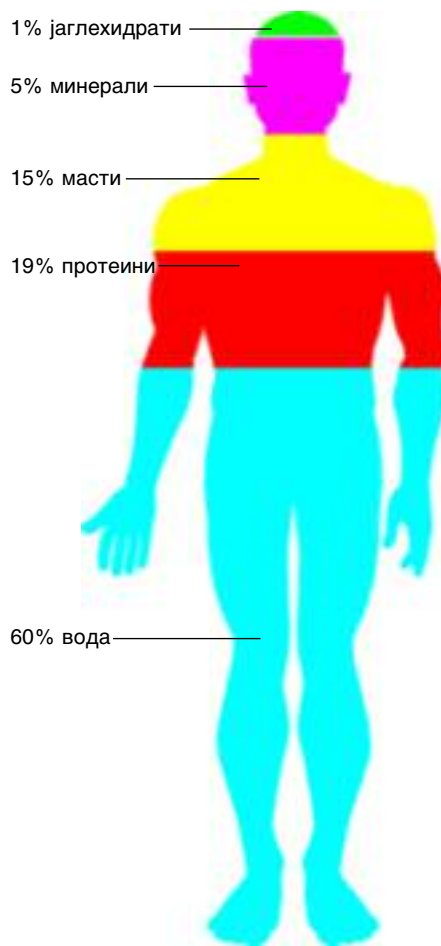
Протеините немаат свое депо во организмот. Нивниот дефицит во храната се надоместува од протеините на крвта и другите ткива, што доведува до тешки нарушувања во организмот. Потребите за протеини зависат од физиолошката состојба на организмот и возраста.

Возрасен и здрав човек, може да потроши дневно од 1 до 1,5 g протеини на 1 kg телесна тежина, притоа без да се наруши општата здравствена состојба на организмот. Младиот организам кој е во фаза на растење и развој, треба да внесува повеќе протеини со исхраната

Мастите имаат повеќе улоги во организмот. На пример, фосфолипидите (како лецитинот) и холестеролот се

Храната има енергетска, пластична и регулаторно-каталитичка улога во организмот.

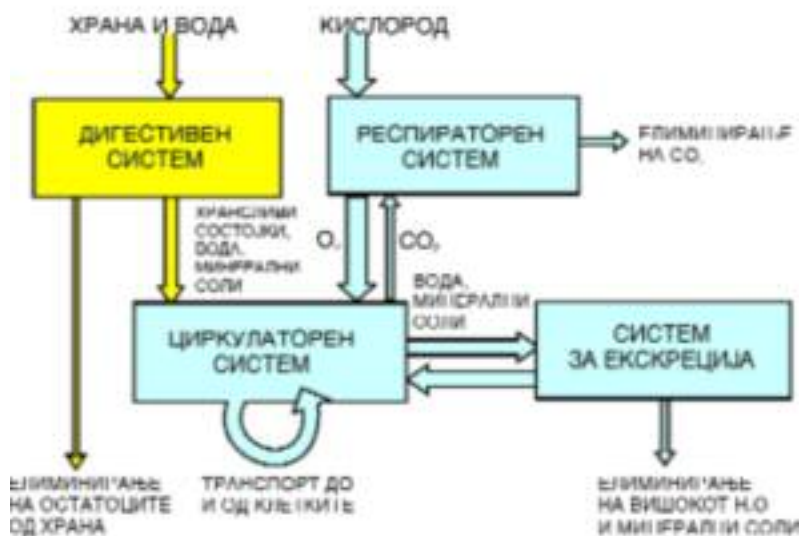
Јаглехидрати, протеините и масите се органски состојки на храната, додека водата и минералните соли се неорганските.



Сл. 2.2. Процентуална застапеност на хранливите материи во човековото тело.

структурни компоненти на цитомембраните во животинските клетки. Тие се најконцентриран потенцијален извор за енергија во организмот. Се депонираат во поткожното масно ткиво. Масните се исто така значајни за снабдувањето на организмот со витамини растворливи во масти (липосолубилни витамини). Околу очите, бубрезите и некои други органи, имаат улога на амортизери.

Водата кај возрасен човек учествува со 60% во изградбата на организмот. Овој податок ни укажува дека е неопходна состојка на храната. Таа е значајна структурна компонента во крвта и протоплазмата. Претставува медиум за сите метаболни процеси, вклучувајќи ја и хидролизата. Водата испарува преку кожата, а со тоа учествува во терморегулацијата. Таа е основен транспортер на хранливите материи, гасовите и течните екскрети од организмот, со што ги поврзува одделните клетки и системи меѓу себе, што е прикажано на сликата 2.3.



Сл. 2.3. Врска меѓу циркулаторниот, дигестивниот, респираторниот и екскреторниот систем. Овие органски системи функционираат заеднички во снабдувањето на клетките со неопходните материи и елиминирање на непотребните. Главен акцент е ставен на дигестивниот систем.

Минералните соли се исто така есенцијални состојки во храната. Учествуваат во значајни метаболички процеси, како активатори на ензимите. Тие се и структурни компоненти на молекулите како што се хемоглобинот, АТФ, витаминот B_{12} , хормонот тироксин, и други. Во табелата 2.1, дадени се некои позначајни минерали и нивната улога во организмот.



Јаглехидратите (глюкозата), се основни енергетски извори во сите клетки, особено значајни за активноста на мозочните клетки, кои трошат само глюкоза.

Протеините имаат пластична (градбена), каталитичка и регулаторна улога во организмот.



Дефицитот на протеини има негативни последици по здравјето, особено кај младите во фазата на растењето и развитокот.



Масните се најконцентриран извор на енергија кои се депонираат во поткожното масно ткиво.

Табела 2. 1. Минералите и нивното значење во животните функции кај човекот.

Минерали	Значење и улога	Извор на минерали
Калциум (Ca)	Коагулација на крвта, мускулна контракција, формирање на коските и забите.	Млеко, млечни производи, месо, зеленчук и житни растенија.
Железо (Fe)	Синтеза на хемоглобин и транспорт на гасовите O ₂ и CO ₂ .	Црн дроб, лиснат зеленчук, месо.
Јод (J)	Синтеза на хормоните T ₃ (тријодтиронин) и T ₄ (тироксин), во регулација на метаболизмот.	Морска храна, јодирана готварска сол.
Магнезиум (Mg)	Активатор на повеќе ензими, функционирање на нервите.	Лиснат зеленчук, компири, месо.
Фосфор (P)	Формирање на коски и заби, синтеза на АТФ и нуклеински киселини.	Млеко, месо, јајца, зеленчук.
Калиум (K)	Функционирање на мускулите и нервите, синтеза на протеини.	Зеленчукот го содржи во големи количества.
Натриум (Na)	Клучен минерал во регулацијата на водената рамнотежа, мускулната и нервната активност.	Готварска сол.

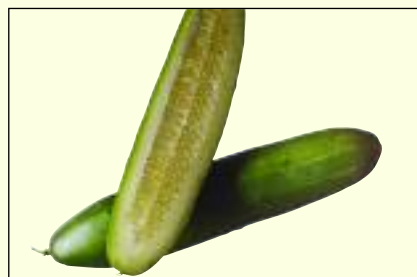
Витамините се уште една група состојки во храната кои имаат витално значење. Тоа се соединенија со различна хемиска природа кои во многу мали количини се неопходни за растењето, нормалното функционирање на клетките и ткивата и за одржување на човековото здравје. Растителните клетки и некои микроорганизми самостојно ги синтезираат витамините, додека животните ја загубиле способноста, па затоа мора да ги внесуваат со храната.

Повеќето витамини се внесуваат во активна форма, тоа значи дека можат веднаш да дејствуваат во организмот. Некои од витамините, како што се А и D, се внесуваат со храната како неактивни - провитамини. За да бидат биолошки ефективни треба претходно да се активираат. Така, на пример, провитаминот D, во кожата преминува во активен облик, по изложување на ултравиолетно зрачење (сончање).

Сите витамини растворливи во вода (хидросолубилни), освен витанинот С, влегуваат во структурата на одредени ензими, од каде што учествуваат како катализатори на биохемиските реакции во организмот.

Делумниот недостиг на определен витамин во организмот е познат под поимот *хиповитаминоза*, додека целосниот недостиг, *авитаминоза*. Во обата случаи доаѓа до тешки нарушувања во организмот. Кај авитаминозите тие нарушувања се трајни, некои од нив може да доведат до смрт. Таков е примерот со скорбутот, кој се јавува како резултат на дефицит на витаминот С. Ова доведува до тешки, обилни крвавења. Друг пример е појавата на полинеуритис (бери-бери), што се манифестира со атрофија на

Водата има: структурна улога, врши транспорт на материите и гасовите, ги поврзува одделните делови од организмот и учествува во метаболизмот на клетките и во терморегулацијата.



Минералните соли се важни за структурата на: коските, забите, хемоглобинот, АТФ, витамини B₁₂. Учествуваат во одделни процеси: коагулација на крвта, активност на ензимите, одржување на мембранскиот потенцијал на клетките и др.

Намаленото количество витамини (хиповитаминоза) и целосниот недостиг (авитаминоза), доведуваат до тешки нарушувања на здравјето, кои можат да завршат фатално.

скелетната мускулатура и срцевиот мускул, кај недостигот на витаминот B₁. Во табелата 2.2. е приложена листа на повеќе витамини, продукти во кои се содржат, некои од нивните функции како и симптомите за препознавање на нивниот дефицит.

За витамините не е доволно да знаете само во кои состојки од храната можат да се најдат. Исто така треба да се знаат условите во кои се приготвува храната со цел да се зачуваат во потребната форма.



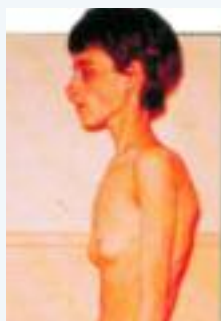
Витамините се соединенија со различна природа. Тие во мали количини ги одржуваат процесите на растењето, развитокот и здравјето на човекот.

Најголем дел од витамините се биокатализатори кои влегуваат во градбата на ензимите како коензими.

Сл. 2.4. Пирамида на исхраната. Во основата се состојките на храната кои треба да се количински најзастапени, а на врвот оние кои треба да бидат најмалку застапени во оброкот.



ЗНАЕТЕ ЛИ ДЕКА?



Огромен број луѓе денес, во светот и кај нас држат диети. За несреќа во најголем број случаи, опсесивните диети донесуваат до екстремни нарушувања во исхраната. Едно потенцијално фатално нарушување, од понов датум е **анорексијата** (anorexia nervosa). Лицата со анорексија имаат погрешна претстава за нивната телесна тежина. Тоа се главно тинејџери, кои си вообразуваат дека ќе се здебелат и плашејќи се од тоа се изложуваат на самоизгладнување и физичко исцрпување. Причините за ова нарушување во исхраната главно имаат емоционален карактер.

Друг екстреман пример за нарушување во исхраната претставува **булимијата**. Оваа многу за-

грижувачка болест, се јавува кај жени, кои иако изгледаат здраво, конзумираат храна без контрола. Оттука болимијата е позната и како синдром на „канта без дно“. Болимичарите за еден оброк можат да внесат повеќе од 50.000 калории. Меѓутоа, веднаш по оброкот тие ја повраќаат храната или користат лаксативи во големи дози за прочистување на организмот. Рутината на празнење ја применуваат еднаш месечно или некоку пати дневно.

Некои жени започнуваат со оваа практика бидејќи им изгледа лесен начин за намалување на тежината. Други имаат емоционални проблеми. Како и да е, честото празнење, може да го оштети гастроинтестиналниот тракт, додека честото повраќање, кое носи киселини од желудникот во устата, може да ги еродира забите. Кај екстремни случаи, булимијата може да заврши со смрт. Психијатриските третмани и болничкото лекување може да доведат до оздравување на некои случаи, но, за жал, поминуваат повеќе години булимичарите пред да побараат помош.

Табела 2. 2. Преглед на некои позначајни витамини, нивната улога во организмот, симптомите на дефицит, хиповитаминозите и авитаминозите кај човекот и продуктите во кои се содржат.

Витамини	Значење	Симптоми на дефицит и авитаминози	Хиповитаминози	Природни извори
ХИДРОСОЛУБИЛНИ (растворливи во вода)				
В₁ (Тиамин)	Метаболизам на јаглехидрати	Парализа и атрофија на мускулите	Бери-бери (polineuritis)	Месо, црн дроб, јајца, луспи од жито, мешунки, орев и др.
В₂ (Рибофлавин)	Коензим FMN – (флавин-мононуклеотид) FAD-(флавин-аденин-динуклеотид)	Воспаление во аглите на устата.	Дерматитис, снежно слепило	Млеко, јајце, риба, внатрешни органи, спанаќ, грашок и др.
PP (Нијацин)	Коензим NAD и NADP никотинамид аденин динуклеотид.	Застој во растот и во развитокот на централниот нервен систем.	Пелагра	Месо, црн дроб, компир, квасец и др.
В₆ (Пиридоксин)	Метаболизам на аминокиселини.			Мешунки, житни и градинарски растенија, јајца, црн дроб, млеко и др.
Пантотенска к-на	Коензим-А, метаболизам на гликоза, масните киселини.		Burning foot синдром	Не се среќава слободна во природата.
Фолна киселина	Метаболизам на нуклеински и аминокиселини.	Недиференцирани (големи) еритроцити, вртоглавица, исцрпеност.	Мегалобластна анемија	Во темно зелени делови на растенијата, месо, ја синтетизираат микроорганизми.
В₁₂ (Кобаламин)	Создавање и созревање на еритроцити, метаболизам на аминок-ни, синтеза на масти и гликоген	Вртоглавица, физичка слабост, намалена вредност на хемоглобин.	Пернициозна анемија	Месо, пилешко, риба, жолчка од јајце, црн дроб.
С (аскорбинска киселина)	Структурна улога во коските, забите формирање на колаген, метаболизам на шеќери.	Крвавење на непцата, пукање на крвни садови (модринки).	Скорбут	Во сите свежи овошки, зеленчук, особено во пиперките, шипинките, доматиите и др.
ЛИПОСОЛУБИЛНИ (растворливи во масти)				
А (ретинол)	Синтеза на родопсин (виден пурпур), формирање на коските, забите, епителизација.	Воспалителни процеси на слузокожата и рожницата на окото.	Кокешкино слепило, ксерофталмија (целосно слепило).	Се формира од каротинот во темножолт и зелен лиснат зеленчук, жолчка од јајце, риба, црн дроб.
D₂, D₃ се добиваат со UV зрачење од провитамини	Поттикнува растење на коските, минерализација и апсорпција на Ca ⁺⁺ .	Меки, еластични коски, губење на апетит, застој во растот и развитокот.	Рахитис.	Во црн дроб, морски плодови, риба, жолчка од јајце, црн дроб, рибино масло.
Е (токоферол)	Заштита од намалување на вит. А и С.			Растителни масла, маргарин, зеленчук, сите жита.
К (филокинон)	Фактор на коагулацијата, транспорт на електрони при синтеза на АТФ.	Спречува крвавење.	Хеморагија.	Најмногу се создава од бактериите на дебело црево. Се содржи во карфиол, лиснат зеленчук и др.

ИСХРАНА И МЕТАБОЛИЗАМ

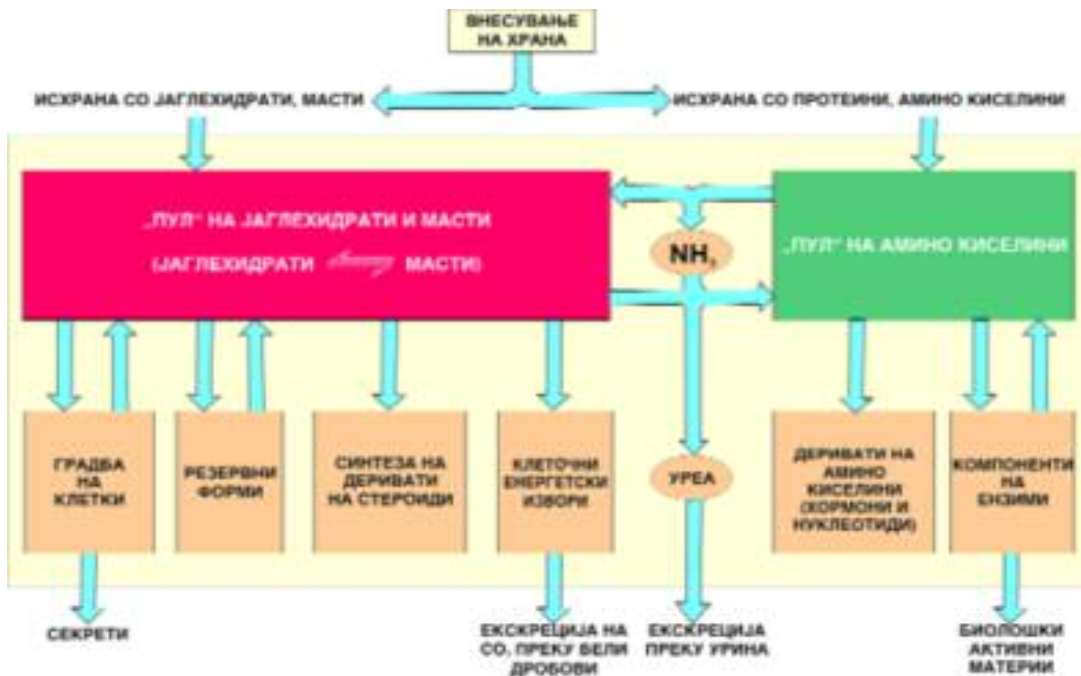
Поимот метаболизам опфаќа серија биохемиски процеси во кои енергијата од храната се трансформира во организмот и се искористува за одржување и одвивање на сите животни функции. Дигестијата е една од етапите на метаболизмот во која хранливите материи (јаглехидрати, масти и протеини), се разложуваат до нивните мономерни единици (моносахариди, глицерол, масни киселини и аминокиселини). По нивната ресорпција во крвта, формираат „фонд или (pool) на слободни моносахариди и масти и фонд на слободни аминокиселини. Од нив најголемиот дел се користи за синтеза на молекули што се користат за изградба на клетките и ткивата, процес познат како **анаболизам**, за кој е потребна енергија. Другиот дел се разложуваат до попусти соединенија, во процесот **катаболизам**, при што се ослободува енергија, од која се задоволуваат енергетските потреби во организмот. На сликата 2.5. се претставени патиштата на хемиска трансформација на молекулите внесени со храната и формата во која се изнесуваат од организмот.

Постојаната размена на материјата и енергијата во организмот го опфаќа поимот метаболизам.

Биосинтезата на попусти градините молекули во посложени, за која е неопходна енергија е позната како анаболизам.

Во катаболизмот сложено градините органски молекули се разложуваат до попусти и при тоа се ослободува енергија.

Во текот на оброкот глюкозата од храната се внесува во клетките, каде може да се користи за добивање енергија. Вишокот се складира во црниот дроб во форма на гликоген.



Од сликата може да се види дека вишокот на јаглехидрати внесени со храната се депонира како резервен гликоген (во црниот дроб и мускулите), додека дел се трансформира во масти и се складира во поткожното масно (адипозно) ткиво. Јаглехидратите како прв извор за

Сл. 2.5. Патишта на трансформација на хранливите состојки.

енергија во организмот, најбрзо се трошат. Оттука логично се наметнува прашањето: Како меѓу оброците се одржува нивото на глукозата во крвта, ако таа најбрзо се троши?

♦ Најпрво се празнат резервите на гликоген, кој се разложува до глукоза која се ослободува во крвта.

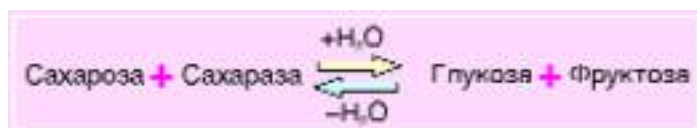
♦ Ако резервите на гликоген се празни тогаш на удар се протеините од крвта (роол-от), кои се разложуваат до аминокиселини и се испраќаат во црниот дроб, да конвертираат во глукоза. Овој процес се регулира со заедничко дејство на нервниот и ендокриниот систем.

♦ Погolem број клетки ги користат масните како извор за енергија меѓу оброците. Тие се мобилизираат од адипозното масно ткиво и се разложуваат до глицерол и масни киселини. Потоа се вклучуваат во „пулот“, од каде што во црниот дроб, глицеролот се трансформира во глукоза, додека масните киселини по нивната оксидација се искористуваат за синтеза на АТР.

Оттука произлегува дека организмот во услови на неурамнотежена исхрана има способност во процесите на метаболизам, органските молекули речиси неограничено да ги трансформира од еден вид во друг. Тоа значи дека при дефицит на јаглехидрати во храната, глукозата во крвта ќе се надоместува од внесените масти или протеини. Количината на хранливите материи што се внесува со храната и потребата од нив зависи од возраста, полот, физиолошката состојба на организмот и од физичката активност (енергетската потрошувачка) во текот на денот.

Ензими - биолошки катализатори

Одвивањето на метаболичните реакции во организмот не може да се замисли без посредство на ензимите, кои имаат огромна каталитичка способност. Ензимите можат да бидат прости или сложени протеини, кои се продукти на клеточната активност.



Во состав на сложено градените ензими се јавуваат речиси сите хидросолубилни витамини. Исклучок е витаминот С, кој самостојно се вклучува во биохемиските процеси на клетките. Тие во структурата на ензимите имаат улога на коензими. Од нив зависи видот на хемиската

Меѓу оброците, повеќето клетки ги користат масните како главен извор за енергија, што се мобилизираат од адипозното ткиво, додека мозочните клетки продолжуваат да се снабдуваат со глукоза (главен енергетски извор за нив).

При неурамнотежена исхрана, организмот има способност во метаболизмот органските молекули да ги трансформира од масти и протеини во шеќери или обратно.

Истражување за типови на исхрана види на страна 65.

Ензимите се биолошки катализатори што ги забрзуваат биохемиските реакции без да учествуваат директно во нив.

Супстрат е соединението врз коешто дејствува ензимот.

трансформација на соединението врз кое дејствува ензимот. Ензимите се дефинираат како биолошки катализатори, што ги забрзуваат биохемиските реакции, но директно не учествуваат во нив (не се трошат). Тие само го забрзуваат воспоставувањето на динамичката рамнотежа меѓу реактантот (супстратот) и продуктите од хемиската реакција. На пример, во хидролизата на дисахаридот сахароза, учествува ензимот сахароза, а како продукти на разложување се добиваат глюкоза и фруктоза. Реакцијата трае додека не се воспостави рамнотежа меѓу количеството на сахарозата, од една страна и количеството на глюкозата и фруктозата, од друга.

Во ензимската реакција соединението врз кое дејствува ензимот (на пример сахарозата) е наречено супстрат. Ензимите се строго специфични за супстратот и за него се поврзуваат преку одредени места, означени како активни центри. Поврзувањето се остварува преку принципот



Сл. 2.6. Интеракција на ензимот со супстратот, според принципот „ключ-брава. Кога супстратот е одбран, ензимот е способен комплементарно да се поврзе со него, преку активниот центар. Со тоа се формира комплексот ензим-супстрат. На крајот од ензимската реакција, се добиваат продукти од ензимската реакција и слободен ензим.

„ключ-брава“ (принцип на совпаѓање на одделни атомски групи на ензимот и супстратот) со што се формира привремен комплекс ензим-супстрат (слика 2. 6).

Активноста на ензимите и брзината на ензимската реакција зависат од температурата, рН и количинскиот однос на ензимот и супстратот.

ОПШТ ПЛАН НА ГРАДБА НА СИСТЕМОТ ЗА ДИГЕСТИЈА

Системот за дигестија е органски систем специјализиран за:

- ◆ Обработка на храната (механичка и хемиска),
- ◆ Ресорпција на дигестираните молекули од храната и
- ◆ Отстранување на несварените состојки од храната надвор од организмот.

Ензимот со супстратот се поврзува во комплекс ензим-супстрат, според принципот „ключ-брава“ (принцип на совпаѓање).

На крајот од ензимската реакција се добива слободен ензим и продукти од реакцијата.

Функции на системот за дигестија се: обработка на храната, ресорпција на хранливите материи и отстранување на несварените состојки од храната.

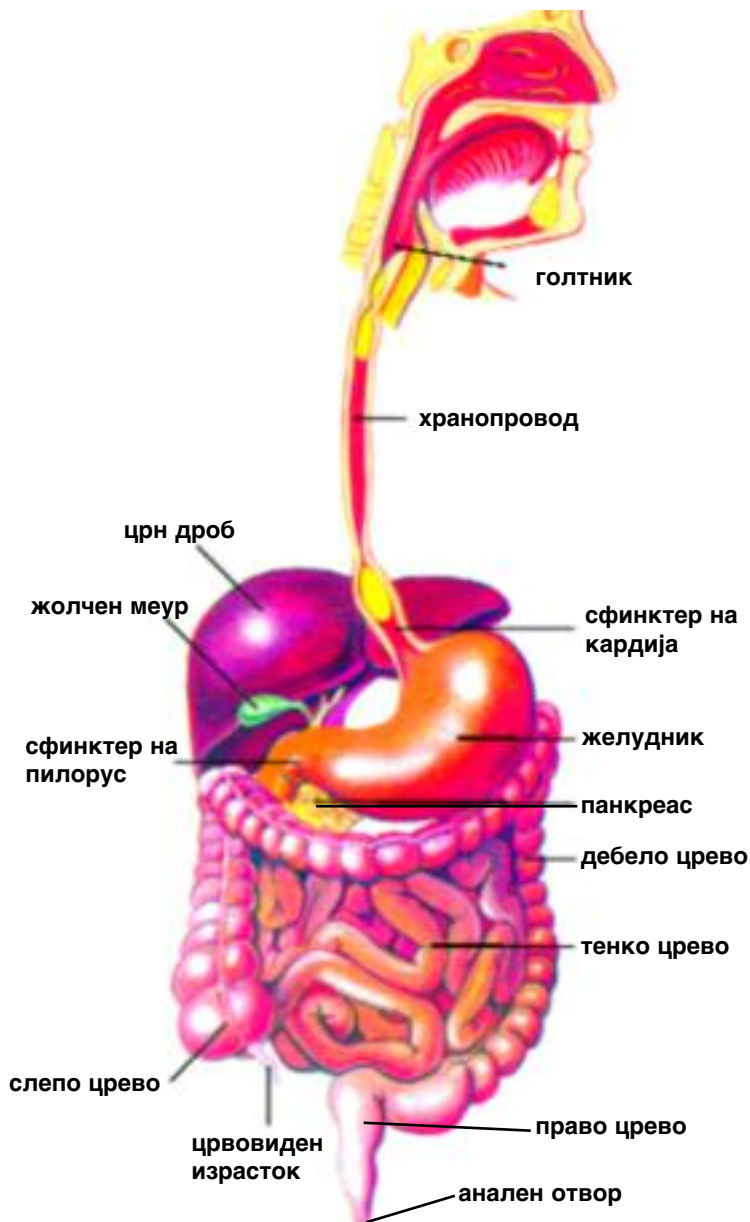
На сликата 2.7. можете да ја проучите градбата на дигестивниот систем кој е диференциран во посебни региони, специјализирани за извршување на одделните етапи од дигестијата. Кај возрасен човек, тој претставува цевка, долга околу 6,5-9 m, во зависност од должината на тенкото црево, кое варира во границите од 5-7 m.

По неговата должина органите се распоредени според анатомска и функционална целина во две групи:

Органите во системот за дигестија според функцијата се диференцирани на: дигестивен тракт и додатни органи - жлезди.

Системот за дигестија се состои од: усна празнина, голтка, хранопровод, желудник, тенко и дебело црево и завршува со анален отвор.

Во дигестивните жлезди се вбројуваат: плунковите жлезди, црниот дроб и поджелудочната жлезда.



Слика 2.7. Општ план на градба на системот за дигестија.

1. **Дигестивен тракт**, кој ги опфаќа органите низ кој се движи храната од: усната празнина (cavum oris), преку голтникот (pharynx), хранопроводот (esophagus), желудникот (gaster), тенкото црево (intestinum tenue), дебелото црево (intestinum crassum) и аналниот отвор (anus), како негов завршен дел. Сите заедно го сочинуваат гастроинтестиналниот тракт, кој преку спојка за поврзување (mesenterium) се поврзува за сидот на stomachната празнина. Сите органи се обвиткани со stomachната кошулка (peritoneum).

устен отвор ⇒ голтник ⇒ хранопровод ⇒ желудник
⇒ тенко црево ⇒ дебело црево ⇒ анален отвор

2. **Додатни органи**, односно дигестивни жлезди, кои своите секрети ги ослободуваат преку изводни каналчиња во различни делови од дигестивниот тракт. Тоа се: *илунковниите жлезди*, *црниот дроб* (hepar) со *жолчното кесе* (vesica fellea) и *поджелудочната жлезда* (pancreas). Состојките што се содржат во овие секрети се значајни за дигестијата и ресорпцијата на храната.

Сидот на дигестивната цевка е изграден од два до три слоја мазни мускули, меѓу кои има сврзно ткиво. Внатрешноста од каналот е обложена со слузокожа. Контракцијата на мускулните слоеви овозможува:

- ♦ **Мешање на храната** заедно со секретите на дигестивните жлезди; и
- ♦ **Движење на храната** кон завршниот дел од дигестивната цевка.

Во сидовите на цревето, при преминувањето од желудникот во тенкото црево, како и на завршниот дел, кај ректумот (правото црево), се наоѓаат кружни мускули (сфинктери), кои го помагаат еднонасочното движење на храната и го спречуваат нејзиното враќање назад.

Работата на системот за дигестија е регулиран од *нервниот и ендокриниот систем*. Тие одговараат на промената на волуменот и составот на храната во цревата. Пред оброкот, за време и по оброкот, тие ја регулираат секрецијата на одделните ензими и некои хормони, како и контракцијата на деловите од дигестивната цевка. Нивната активност е координирана од страна на хипоталамусот и други нервни центри (тема б).

Мускулниот сид на дигестивната цевка овозможува мешање на храната, натопување со дигестивни сокови, движење и отстранување на несварените делови од храната.

ДИГЕСТИЈА НА ХРАНАТА ВО ОДДЕЛНИ ДЕЛОВИ ОД СИСТЕМОТ

Одделните етапи од дигестијата на храната се прикажани на табелата 2.3.

Табела 2.3. Етапи од дигестијата во одделни делови од системот за дигестија

Органи и жлезди	Основна функција во дигестијата
1. Усна празнина	Механичка обработка, цваќање, ситнење на храната и мешање со плунката.
2. Плунковни жлезди	Навлажнување на храната; почеток на разложувањето на полисахаридите; уништување на микроорганизмите.
3. Желудник	Разложување на: протеини и емулгирани масти; растворање на солите на Fe, Ca, P; уништување на микроорганизмите и повраќање како заштитна реакција.
4. Тенко црево	Хемиско разложување и ресорпција на најголем дел од хранливите состојки.
5. Панкреас	Ензимско разложување на протеините, јаглехидратите и мастите; неутрализирање на киселата реакција од желудникот.
6. Црн дроб	Секреција на жолчка за ресорпција на мастите; неутрализирање на HCl од желудникот.
7. Жолчен меур	Складирање на жолчката од црниот дроб и емулгирање на мастите.
8. Дебело црево	Складирање на несварените состојки од храната, преку ресорпција на вода и минерални соли (формирање на феќес).
9. Право црево	Контрола врз елиминирањето на несварените и нересорбирани остатоци од храната.

УСНА ПРАЗНИНА

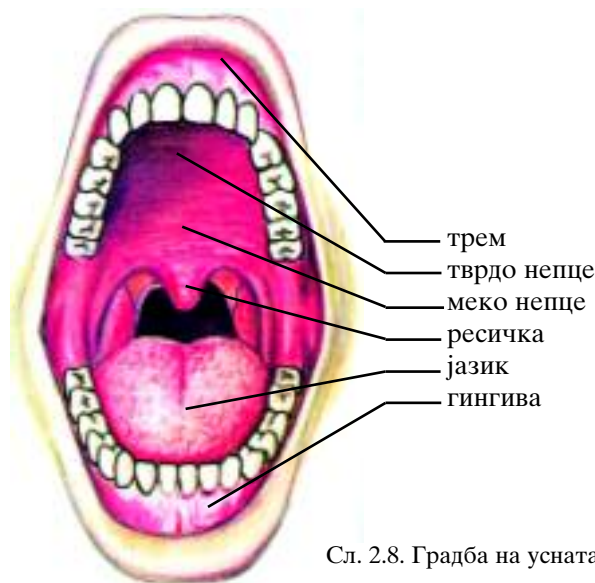
Системот за дигестија започнува со усната празнина (cavum oris). Таа е поделена на трем и вистинска усна празнина. Просторот меѓу усните и забните лаци го претставува тремот, додека вистинската усна празнина се протега зад забните лаци. Усната празнина на горната страна е ограничена со тврдото непце од страните со образите, а на долната страна, на дното е прицврстен јазикот. Освен јазикот, други органи во усната празнина се забите и плунковните жлезди (слика 2.8).

Органи во усната празнина

Јазикот (lingva) е подвижен мускулен орган, на кој разликуваме врв, тело и корен, преку кој е прицврстен за дното на усната празнина. Обложен е со слузокожа (слуз-

Суѓесѝии за насѝавникоѝ:

1. Дајѝе им задача на ученициѝе:
 - Да земаѝ средина од бел леб и да ја цваќааѝ ѝодолго време;
 - Да забележаѝ ѝо колку време заѝочува да им се менува вкусоѝ во усѝаѝаѝа;
 - Да оѝишаѝ ѝѝо чувсѝивувааѝ.
2. За докажување на диѝесѝијаѝа во усѝаѝаѝа, демонсѝирајѝе ѝроба на хидролиза на скроб со ѝѝијалин од ѝлункаѝа:
 - а) Приѝоѝвеѝе р-р од скроб. Исе-чеѝе комѝир на сѝѝни ѝарчиња, додадеѝе 2-3 ml десѝилирана вода и изѝмечеѝе (измаѝерирајѝе) ѝи во аванче. По филѝирањеѝо корисѝеѝе го филѝирајѝоѝ.



Сл. 2.8. Градба на усната празнина:

ница) која на горната страна содржи вкусни папили. Специфичниот распоред и видот на вкусните брадавички (papili) е претставен на сликата 2.9. Разликуваме:

- ◆ Кончести (papilae filiformes), за допир и болка,
- ◆ Габовидни (papilae fungiformes),
- ◆ Опкружени со жлеб (papilae valatae), и
- ◆ Листовидни (papilae foliate). Последните три се вкусни папили.

Јазикот освен што учествува во примањето и мешањето на храната, тој претставува сетило за вкус и орган за артикулација на говорот.

Забите (dentes), се цврсти органи, сместени во забни јамички (alveoli) на горната и долната вилица. Во дигестијата учествуваат во механичкото ситнење на храната. Разликуваме две генерации заби, млечни и трајни (слика 2.10). Млечните се 20 на број и се појавуваат меѓу 6 и 12 месец од животот. Постојаните се 32 на број и ги заменуваат млечните, меѓу 6. и 8. година. На секоја вилица се распоредени по 16 заби, односно по 8 на секоја половина. Забите се разликуваат по формата, бројот и функцијата. Врз основа на функцијата што ја имаат во дигестијата поделени се на: секачи (4), песјаци (2), преткатници (4) и катници (6) (слика 2.11).

На секој заб разликуваме слободен дел (коронка), корен на забот, кој лежи во вдлабнатинка на вилицата (алвеола), и врат, кој ја поврзува коронката со коренот на забот. На сликата 2.12 можете да ја проучите внатрешната градба на забите.

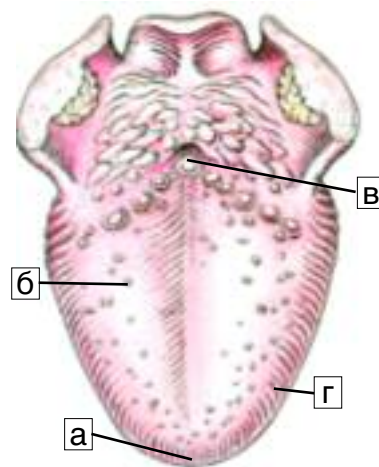
Плунковни жлезди (glandula salivales), ги има три пара од кои најголеми се доушните (gl. parotis), помали под-

б) Изолирајте итијалин од илунка. Соберете и филтрирајте во епруветка. Користете го филтрациониот растворен со исто количество дестилирана вода. Во 2 епруветки и додадете 5 ml р-р од скроб. Во едната епруветка додадете 1ml вода, а во другата 1ml итијалин. Епруветките треба да оцестојат во водена бања 30 мин. Попоа изведете Фелингова реакција (со додавање на р-р од Фелинз I и II, по 1 ml, во секоја епруветка).

3. На крајот од часот дајте им задача на учениците да ја објаснат поговорката: „Залакот пред да се золтне, треба да се извака најмалку 32 пати, и да објаснат во што се состои врската меѓу експериментот изведен дома и на часот.

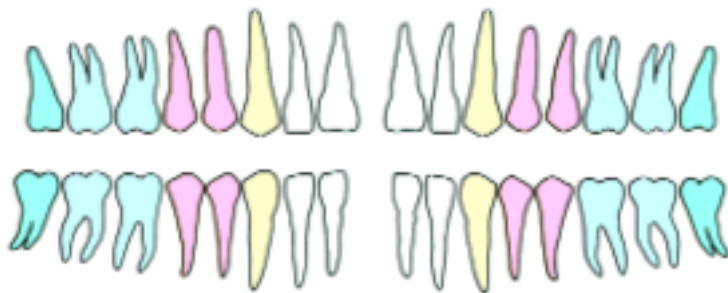
Усната празнина е почетен дел од системот за дигестија.

Јазикот, забите и плунковните жлезди се органите на усната празнина.



Сл. 2.9. Вкусни папили на јазикот: а) кончести, б) габовидни, в) со жлеб, г) листовидни.

Јазикот е сетило за вкус и орган за артикулација на говорот.



катници преткатници песјаци секачи

Сл. 2.11. Забната формула на човекот е:

$\frac{3\ 2\ 1\ 2}{3\ 2\ 1\ 2}$ | $\frac{2\ 1\ 2\ 3}{2\ 1\ 2\ 3}$ заби на горната вилица

$\frac{3\ 2\ 1\ 2}{3\ 2\ 1\ 2}$ | $\frac{2\ 1\ 2\ 3}{2\ 1\ 2\ 3}$ заби на долната вилица

јазичните (gl.sublingualis) и подвличните (gl.submandibularis). Слузокожата на сидот од усната празнина содржи голем број мали букални жлезди. Плуновните жлезди се органи што лачат **пљунка** (saliva). Дневно се излачува од 1-1,5 л пљунка, во зависност од конзистенцијата на храната (сува, течна). Таа се состои од два различни секрети:

- ♦ *Серозен*, изграден од 99% вода и ензими (птијалин, малтаза и лизозим) и солите на натриум, калиум, хлор, бикарбонатите и други, и

- ♦ *Мукозен*, кој се состои од густ и лигав секрет - муцин. Положбата на плуновните жлезди можете да ја видите на сликата 2.13.

Дигестија во усната празнина

Во усната празнина се извршува механичка и хемиска обработка на храната:

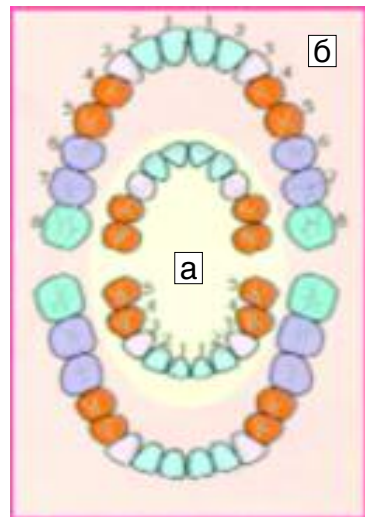
1. **Механичката обработка на храната** се остварува со учество на забите и пљунката, која служи за навлажнување на храната со што се олеснува:

- ♦ Цвакањето (мастикацијата) на храната;
- ♦ Формирањето на залакот (болусот) и
- ♦ Голтањето на храната (деглутацијата).

2. **Хемиската обработка на храната** го опфаќа дејството на дел од **ензимите** од пљунката врз скробот од храната:

Птијалинот учествува во хидролизата на скробот (amilum), најчестиот полисахарид во храната и го разложува до дисахаридот малтоза. Ако храната се задржи доволно долго во устата, тогаш ензимот *малтаза*, ќе го овозможи разложувањето на малтозата до глукоза.

Останатите состојки од пљунката немаат удел во хемиската фаза од дигестијата на храната, односно:

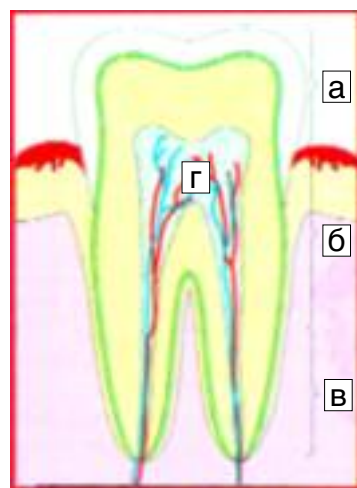


Слика 2. 10. а) млечни заби; б) постојани заби

Содржи габовидни, листовидни и кончести вкусни папили со кои се разликува вкусот за солено, слатко, кисело и горчливо.

Забите учествуваат во механичката обработка на храната.

Забите, според функцијата, се поделени на секачи, песјаци, преткатници и катници.



Слика 2.12. Надолжен пресек на забот: а) коронка; основна коскена материјал-дентин; забен емаил (глеф); б) врат на забот; в) корен на забот; цемент; г) забна пулпа (нерви и крвни садови)



Разликуваме доушни, подвилични, подјазични и мали букални плунковни жлезди.

Плунката содржи најголем процент вода, минерални соли, ензими и лигав секрет муцин.

Во усната празнина, по механичката обработка на храната започнува хемиската обработка.

Дигестијата на јаглехидрати започнува со разложување на скробот, со учество на амилазата-птијалин.

Сл. 2.13 Плунковни жлезди.

♦ **Муцилот**, ги обвиткува залаците од храната, формирајќи меки, влажни топки, кои потоа лесно можат да се голтнат.

♦ **Лизозимот** е ензим кој дејствува бактерицидно, уништувајќи ги микроорганизмите внесени со храната.

♦ **Бикарбонатите** имаат пуферно дејство со што ја одржуваат рН на вашата уста во границите меѓу 6,5 и 7,5 рН, дури и кога со храната се внесуваат домати или некоја друга храна со кисел вкус.



Движење на храната до желудникот

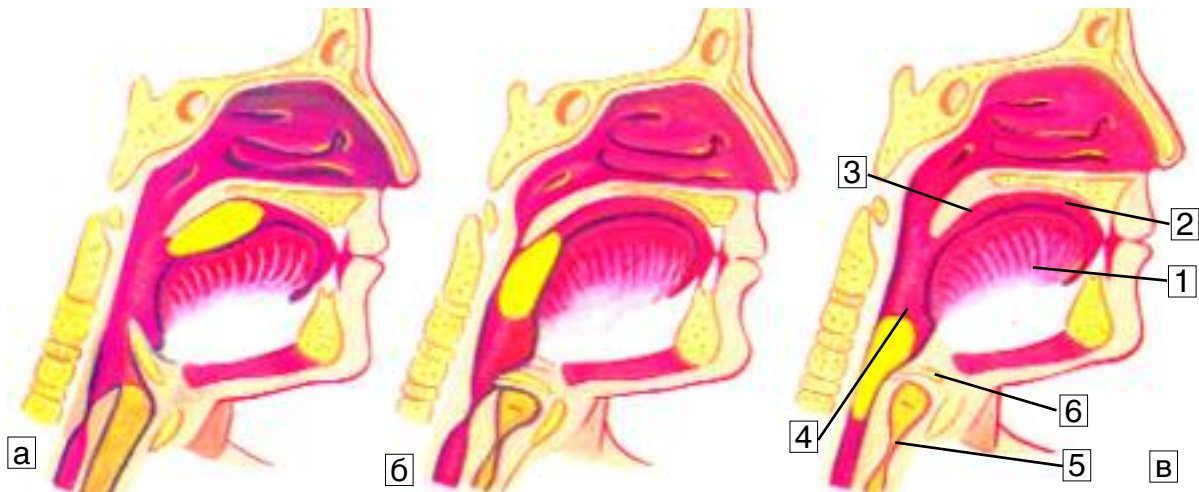
Голтникот (pharynx), е заеднички орган на системот за дигестија и респирација. На сликата 2.14 може да се види дека голтката е диференцирана на три дела. Горниот дел, (носен дел), преку парни отвори (hoani), остварува комуникација со носната празнина. Средниот дел (устен дел), се наоѓа зад усната празнина и со неа комуницира преку голтниковото стеснување.

Во голтникот, оформениот залак (болус), со помош на јазикот рефлексно се бутка наназад и се голта, преминувајќи во хранопроводот. Притоа, отворот на гркланот се

Муцилот нема ензимска природа туку заштитна.

Лизозимот не учествува во дигестијата на храната. Тој има бактерицидно дејство.

Неутралната рН реакција во устата ја овозможуваат бикарбонатите.



Сл. 2. 14. Патот на движењето на храната низ голтникот: а. при дишење; б. при голтање; в. 1. јазик, 2. тврдо непце, 3. меко непце, 4. хранопровод 5. грклан 6. капаче на гркланот.

затвора со неговото капаче (epiglottis). Со тоа се спречува навлегувањето на храната во дишните патишта.

Хранопроводот (oesophagus) е мускулен орган, со должина од околу 25 cm, кој ја поврзува голтката со желудникот. Со неговите контракции, залакот за време од 8-9 секунди се пренесува до желудникот. Хранопроводот на патот од градната во stomачната празнина, заедно со крвните садови и нервот скитник (n. vagus), преку посебен отвор, поминува низ дијафрагмата (мускулен орган кој ја одделува градната од stomачната празнина).

Голтникот е заеднички орган на системот за дигестија и респирација.

Во системот за дигестија, голтникот продолжува во хранопроводот, а во системот за респирација на неа се надоврзува гркланот.



ЗНАЕТЕ ЛИ ДЕКА?

Забниот кариес е ерозија на забниот емајл и дентинот кој како кратер формира јамичка во забот. Со тоа се создава место за задржување на храната и развивање на микроорганизми, кои можат да ја нападнат и забната пулпа. Оштетувањето, го чини забот мошне чувствителен на температурни промени. Патогените микроорганизми предизвикуваат болни апсеси и во некои случаи забот мора да се отстрани.

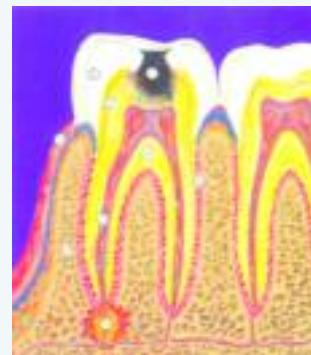
Како доаѓа до формирање на јамички во забот?

Ензимите од бактериите *Lactobasillus acidophilus* или *L. mutans*, се исхрануваат со скроб или други шеќери внесени со храната во устата. Тие исто така продуцираат млечна киселина

која ги разложува калциумовите соли и го нагрзува забот. Со тоа на него се формираат црни јамички.

Превенција од кариес

Како прво, можете да го редуцирате рафинираниот шеќер во храната, кој се користи во десертите. По секој оброк забите подолго четкајте ги, со што ќе ја спречите и парадентозата. Користете пасти, забни гелови и лосиони со флуор, кој се апсорбира од страна на забниот емајл и ги прават забите порезистентни на бактерии. Така ќе имате поздрави заби и убава насмевка. Насмевката ги зближува луѓето.



ЖЕЛУДНИК

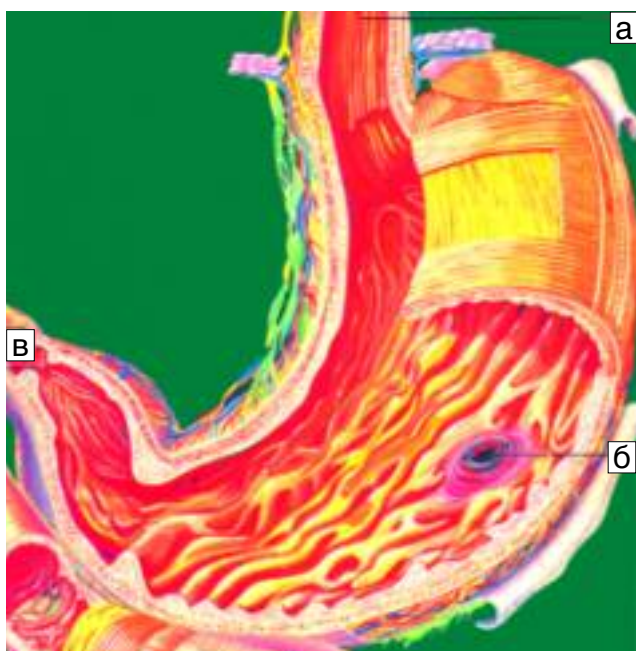
Градба на желудникот

Желудникот (gaster), е сместен од левата страна на стомачната празнина, под дијафрагмата. Тој е најширокиот дел на дигестивната цевка, кој започнува со влез на желудникот (cardia), продолжува во тело кое се стеснува и завршува со излез на желудникот-pylorus (слика 2.15.). На преминот од пилорусот во тенкото црево се наоѓа мускулот сфинктер, кој го регулира празнењето на желудникот. Сидот на желудникот е изграден од три слоеви мазни мускули и е обложен со дебела слузокожа. Слузокожата содржи три вида жлезди: главни кои лачат ензими, обложните лачат хлороводородна киселина додека споредните лачат муцин. Овие три секрети го сочинуваат желудочниот сок.

Дигестија на храната во желудникот

Жлездите од желудникот секојдневно излучуваат околу 1-1,5 литар желудочен сок. Тој освен вода и минерални соли содржи хлороводородна киселина, муцин и ензими: пепсин (во неактивна форма пепсиноген), лабфермент и желудочна липаза.

Улога на состојките од желудочниот сок во дигестијата на храната:



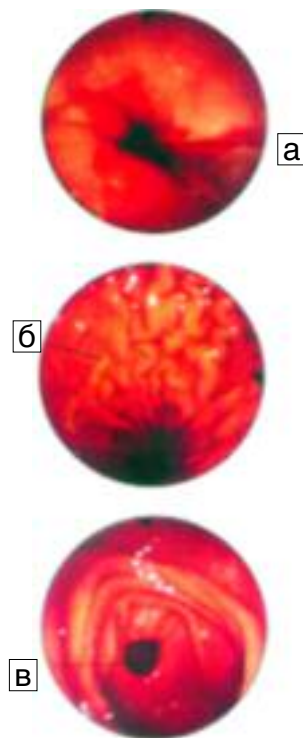
Сл. 2.15 Градба на желудникот: а. кардија; б. дно; в. пилорус.

Со затворање на капачето на гркланот се спречува навлегувањето на храната во дишните патишта.

Желудникот со голтката се поврзува преку хранопроводот, низ кој храната само минува.

Суѓестии за настапникој:

За да го докажете значењето на состојките од желудочниот сок врз хидролизата на протеините, во 3 епруветки ставете белка од јајце. Во првата додадете HCl, во втората p-p од пепсин, а во третата HCl и пепсин. Дајте им задача на учениците да ги објаснат реакциите.



Ендоскопски приказ на одделни делови од желудникот: а. влез (cardia); б. желудочна слузокожа; в. излез (pylorus).

1. Ензимите, главно ја започнуваат дигестијата на протеините и делумно на мастите од храната (слика 2.16).



Сл. 2.16 Дигестија на храната со помош на желудочен сок

- ◆ **Пейсиноџ** дејствува врз протеините и овозможува тие да се разложат до попроси белковини. Последните го поттикнуваат лачењето на хормонот гастрин кој ја зголемува секрецијата на HCl. Колку повеќе белковини се конзумираат со храната толку е поинтензивно лачењето на гастринот и на HCl;

- ◆ **Лаб-ферментџ** дејствува врз засирување на белковината од млекото (казеин). Со тоа се овозможува казеинот подолго да се задржи во желудникот за дејство на пепсинот;

- ◆ **Желудочнаџа липаза** дејствува врз емулгираните масти од млекото и тие се разложуваат до глицерол алкохол и масни киселини.

2. Хлороводородната киселина (HCl) дисоцира на H⁺ и Cl⁻, и со тоа:

- ◆ се зголемува киселата реакција во желудникот одржувајќи ја во граници од 1,0 - 1,5 рН (кисела);

- ◆ се создаваат услови за активирање на пепсиногенот во пепсин;

- ◆ се овозможува бабрење на протеините и нивна подготовка за ензимско дејство;

- ◆ се дејствува бактерицидно врз микроорганизмите внесени со храната и

- ◆ се растворуваат нерастворливите соли на железото, фосфорот, калциумот и др;

3. Муциноџ заедно со бикарбонатите од желудочниот сок ја заштитува слузокожата на желудникот од разорното дејство на HCl и на пепсинот.

Храната во желудникот се задржува различно време. Алкохолот, лековите и некои токсини кои се лесно растворливи во вода, брзо преминуваат во крвта, без да се задржуваат во желудникот. Храната која содржи протеини и масти, поддржува желудочна секреција околу 7 часа.

Желудникот е гајдовиден орган на кој разликуваме: влезен дел (кардија), проширен дел-дно и излезен дел (пилорус).

Клетките на желудочната слузница лачат желудочен сок, кој содржи: вода, минерални материји, HCl, муцин и ензими.

Желудникот е орган во кој започнува дигестијата на протеините.

Протеините со учество на пепсинот се разложуваат до попроси белковини.

Во желудникот се разложуваат сосема мал дел масти со учество на желудочната липаза, до глицерол и масни киселини.

Најзначајна улога на HCl е одржувањето на кисела реакција во желудникот и активирање на неактивниот ензим пепсиноген во активен пепсин.

Муциноџ и бикарбонатите ја заштитуваат цревната слузокожа од разорното дејство на HCl и пепсинот, а со тоа и од чир на желудникот.

ТЕНКО ЦРЕВО

Градба на тенкото црево

Тенкото црево (intestinum tenue), се протега од пилорусот на желудникот до слепото црево, кое е почетен дел на дебелото црево. Долго е од 5 - 7 метри и е диференцирано на 3 дела: **дванаесетпалечно црево** (duodenum), **празно црево** (jejunum) и подолго, **усукано црево** (ileum). Дуоденумот е долг околу 30 cm или дванаесет палци, од каде што го добил името.

Во неговиот почетен дел се излеваат секретите од панкреасот (поджелудочната жлезда), преку панкреасен канал, и жолчниот сок преку општиот жолчен канал (сл. 2.17). Смукокожата на тенкото црево е набрана и на површината има бројни **цревни ресички** (vili intestinales). Последните повеќекратно ја зголемуваат нејзината површина која од 0,65 m², се зголемува на 4-5 m². Цревните ресички содржат крвни и лимфни садови и со тоа активно се вклучуваат во ресорпцијата на дигерираните хранливи материи.

Тенко црево	=	дванаесетпалечно црево	+	празно црево	+	усукано црево
-------------	---	------------------------	---	--------------	---	---------------

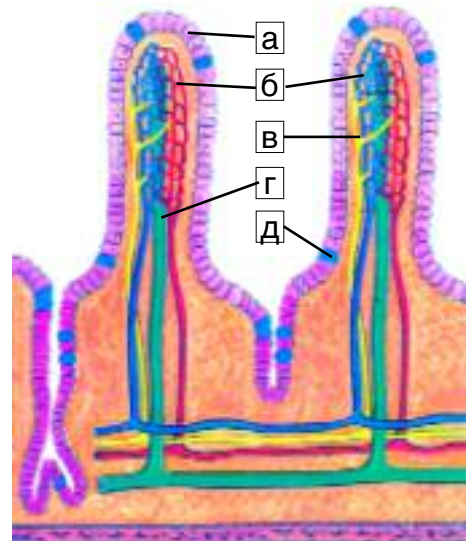
Дигестија на храната во тенкото црево

Храната која од желудникот заедно со желудочниот сок преминува во тенкото црево претставува полутечна кашеста смеса, која се нарекува *химус*. Во тенкото црево целосно завршува дигестијата и најголемиот дел од ресорпцијата на дигерираните хранливи материи. Дневно околу 9 литри течност патува низ овој дел од системот за дигестија, од кои само 5% не се ресорбираат преку цревните ресички. Ензимите од панкреасниот сок го помагаат разложувањето на јаглехидратите, протеините, мастите и нуклеинските киселини, до нивните мономерни молекули (моносахариди, аминокиселини, глицерол, масни киселини и нуклеотиди). Еве неколку реакции од хидролизата на храната во тенкото црево.

За разлика од останатите органски молекули во храната, мастите пред да хидролизираат се емулгираат од страна на жолчниот сок. Емулгирањето подразбира разбивање на големите масни капки на помали. Тие се обвиткуваат со слој од водени молекули, со што стануваат погодни за дејство на липазата. Тоа значи дека жолчката не учествува директно во дигестијата, затоа што не содржи ензими. Таа се создава во црнодробните клетки, а преку жолчните канали се складира во жолчното кесе.

Суџестии за наставнички:

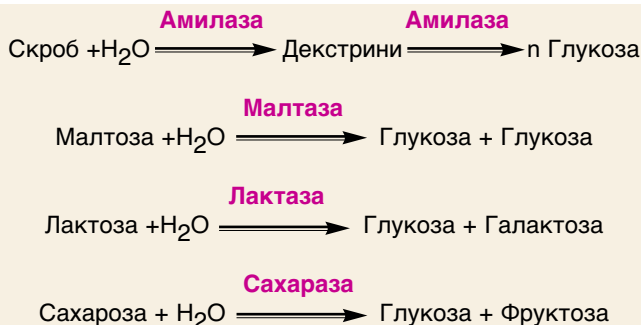
Докажете ја улогата на жолчката во емулгирањето на масните. Демонстрирајте добивање на нестабилна емулзија од масло и вода, а потоа стабилизирајте ја со додавање на неколку капки жолчен сок.



Сл. 2.17. Градба на цревни ресички: а. епителни клетки, б. крвни садови (артерии и вени), в. нерви, г. лимфни садови, д. жлездести клетки.

Тенкото црево е диференцирано на дванаесетпалечното црево, празното и слабинското црево.

Смукокожата на тенкото црево содржи набори и цревни ресички кои ја зголемуваат ресорпционата површина на црево.



Во дванаесетпалечното црево се излеваат секретите на панкреасот и жолчката од црниот дроб.

Во тенкото црево целосно завршува дигестијата и ресорпцијата на храната.

Ензимите од панкреасниот сок учествуваат во разложување на јагленхидратите, протеините и масните до нивните најмали структурни делови, со тоа тие стануваат погодни за ресорпција.

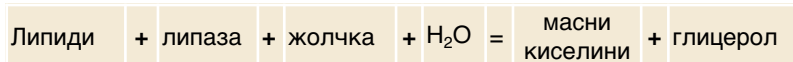
Жолчниот сок не содржи ензими, тој само врши емулгирање на масните и ги подготвува за хидролиза.

Хидролизата на масните до глицерол и масни киселини ја помага цревната липаза.

Жолчниот сок се состои од:

органски дел кој е изграден од: жолчни киселини, жолчни бои (билирубин - златно-жолт и биливердин - кафеаво-зелен пигмент), холестерин, лецитин и муцин; и **неоргански дел**, кој е претставен со: хлориди, бикарбонати, јони на натриумот и во најголем дел вода.

Во табелата 2. 4. можете подробно да ги проучите видот на ензимите и местото на нивна локализација, супстратите, рН на средината и продуктите од нивното разложување.



Табела 2.4. Ензими од дигестивен систем

Дигестивен Процес	Локализација на лачење	Оптимална рН	Извор на ензими	Ензим	Супстрат	Продукти
Дигестија на шеќери	1. Усна празнина	6,5–7,5	Плунковни жлезди – (плунка)	Амилаза	Скроб	Декстрин Малтоза а) Малтоза 2 мол. б) Глукоза 2 мол.
	2. Дванаесетпалечно црево	8 (базна)	Панкреас – (панкреасен сок)	а) Амилаза б) Малтаза	а) Скроб б) Малтоза	а) Глукоза + фруктоза
	3. Празно црево	8 (базна)	Цревен сок	а) Сахараза б) Лактаза	а) Сахароза б) Лактоза	б) Глукоза + галактоза
Дигестија на протеини	1. Желудник	1,0–1,5 (кисела)	Желудник	а) Пепсин и присуство на HCl б) Лаб-фермент +Ca	а) Протеини б) Протеини од млеко	а) Пептони и полипептиди б) Ca-пара казеин
	2. Дванаесетпалечно црево	8 (базна)	Панкреас (панкреасен сок)	Трипсин и Химотрипсин	Пептони и полипептиди	Пептиди и аминокиселини
	3. Празно црево	8 (базна)	Цревни жлезди	Ерепсин	Пептиди и трипептиди	Аминокиселини
Дигестија на масти	1. Желудник	1,0–1,5 (кисела)	Желудочна слузокожа	Желудочна липаза	Емулгирани масти	Глицерол + масни к-ни
	2. Празно црево	8 (базна)	Панкреас	Панкреасна липаза	Масти во присуство на жолчен сок	Глицерол + масни к-ни
Дигестија на нуклеински к-ни	1. Дванаесетпалечно црево 2. Празно црево	8 (базна)	Панкреас (панкреасен сок)	а) Деоксирибонуклеаза б) Рибонуклеаза	DNA RNA	Нуклеотиди



ЛАБОРАТОРИЈА

Градба на сидот на дигестивната цевка

Цел:

а) Проучете ја градбата на слузокожата на усната празнина и тенкото црево

б) Забележете ги разликите во формата и големината на клетките од покрвното ткиво, на слузокожата од усната празнина и тенкото црево

в) Воспоставете ја врската меѓу формата на клетките и функцијата на тие делови од гастроинтестиналниот тракт во дигестијата на храната.

Развивање на способностите:

- Набљудување
- Заклучување
- Усовршување на техниката на микроскопирање

Материјали:

- Светлосен микроскоп
- Готови микроскопски препарати од:

а) усна слузокожа и

б) сид на тенко црево

- Прибор за цртање

Предзнаење:

1. Наведете кои се главните функции на усната празнина и тенкото црево во дигестијата на храната

2. Опишете како се извршуваат тие функции
3. Наведете во кои сè органи се содржи покрвното ткиво и каква положба зафаќа во нив.

Насоки за работа

1. Поставете еден од готовите микроскопски препарати, под микроскоп на најмало зголемување

2. Пронајдете најјасна слика во видното поле. Поставете го објектот за набљудување на површинските клетки, на поголемо зголемување

3. Проучете ја формата и големината на покрвните клетки. Потоа нацртајте ја сликата и опишете ги клетките

4. Повторете ја истата постапка и со вториот препарат.

Насоки за заклучување:

1. Направете разлика меѓу клетките што се расположени во слузокожата на усната празнина и тенкото црево.

2. Поврзете ја формата и големината на клетките со функцијата што ја имаат во дигестијата на храната.

3. Споредете ги вашите цртежи со сликите од учебникот.

4. Од анализата изведете заклучок:

- кои ткива се содржат во градбата на сидот на усната празнина и тенкото црево?

- по што се разликуваат тие меѓу себе?

- што е причина за разликите коишто постојат меѓу нив?

ДЕБЕЛО ЦРЕВО

Градба на дебелото црево

Дебелото црево (intestinum crassum) за разлика од тенкото е покусо, изнесува околу 1,5 m, но има поголем дијаметар. Се диференцира на три дела: почетен, **слепо црево** (caecum), **колон** (colon) и **право црево** (rectum), кое завршува со **анален отвор**. Слепото црево се надоврзува на тенкото. На него се наоѓа еден црвовиден израсток, долг 7-8 cm (appendix vermiformis), изграден од лимфно ткиво. (слика 2.18.). Воспалението на ова ткиво, што е последица на инфекција или затнување, обично е наречено напад на слепото црево или appendicitis.

Суѓестии за настава:

Укажете им на учениците дека треба да се поинтересираат за транс-портиот низ мембрана (осмоза, олс-нејта осмоза, активен транспорт) и зайочнејте го часот со поинтересување на овие поими.

Функција на дебелото црево во дигестијата на храната

Дигестијата и ресорпцијата на храната завршуваат во тенкото црево. Во отсуство на ензими во цревниот сок од дебелото црево, активна е цревната микрофлора која ги разградува несварените состојки од храната. Како последица се ослободуваат гасови (јаглероден диоксид, сулфур, водород, метан, азот и токсични материи како амонијак скатол и др.). Одделни видови бактерии на цревната флора учествуваат во биосинтезата на витамините (К, В₁₂, В₂ и В₁). При долготрајна терапија со антибиотици, оваа флора може да се уништи што претставува негативна и несакана последица од терапијата.

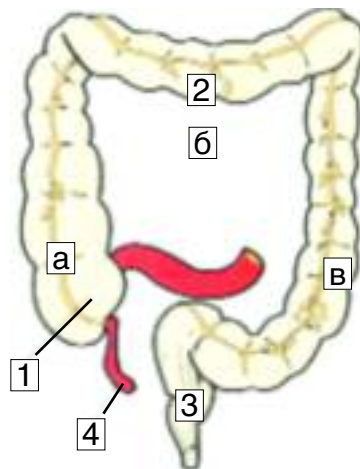
Во дебелото црево од несварените состојки на храната, секретите и цревните микроорганизми се формира фецесот. Во фецесот некогаш можат да се најдат патогени микроорганизми и цревни паразити. Овој материјал се отстранува од организмот со активноста на мазните и напречно-пругавите мускули со процесот дефекација.

РЕСОРПЦИЈА НА ХРАНАТА ПО ДОЛЖИНАТА НА СИСТЕМОТ ЗА ДИГЕСТИЈА

Ресорпцијата на хранливите материи главно се одвива во тенкото црево. Во горните делови од системот за дигестија, во усната празнина се ресорбира само нитроглицеринот (срцев вазодилататор). Во желудникот настанува ресорпција на готварската сол, некои витамини, јони на железото, алкохол и голем процент на вода, (околу 6-8 l). Сите тие се внесуваат во крвотокот.

Во тенкото црево настанува ресорпција на мономерите на органските соединенија, внесени со храната. Моносахаридите, од кои доминантна е глукозата, заедно со аминокиселините се пренесуваат преку цревниот епител по пат на активен транспорт. По хидролизата на мастите, глицеролот лесно се раствора во вода и како таков се ресорбира. Масните киселини се поврзуваат со жолчните соли во форма на растворливи комплекси и така ја минуваат цревната бариера. Потоа, се ослободуваат од жолчните соли кои играат само улога на носачи и влегуваат во состав на триглицеридите. Заедно со останатите липидни материи, најголем процент од мастите преминуваат во лимфотокот, а сосема мал дел одат во крвта (слика 2.19).

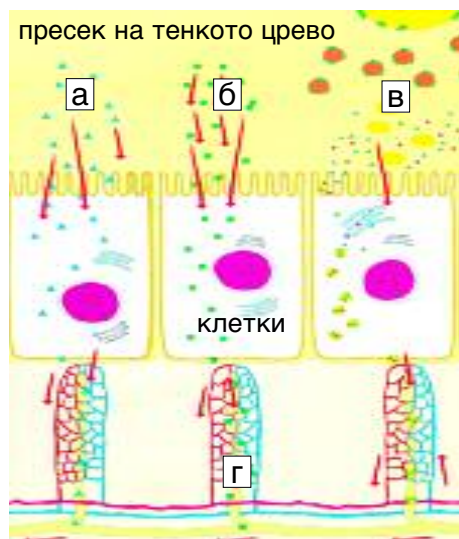
Во горниот дел на дебелото црево, по осмотски пат се одвива ресорпцијата на водата, додека со активен транс-



Сл. 2.18. Делови на дебелото црево: 1. слепото црево; 2. колон а. качувачки, б. напречен и в. слегувачки дел; 3. право црево; 4. црвовиден израсток.

Дебелото црево е диференцирано на слепото, колон и право црево, кое завршува со анален отвор.

На слепото црево се наоѓа црвовиден израсток-апендикс, кој при воспалителни процеси се манифестира со напад на слепото црево.



Сл. 2.19. Ресорпција на храна во тенкото црево: а. јаглехидрати, б. протеини, в. масти, г. капиларна мрежа.

порт се ресорбираат јоните на натриум, калиум и хлор. Во долниот дел се натрупуваат фекалиите пред да бидат отстранети од организмот.

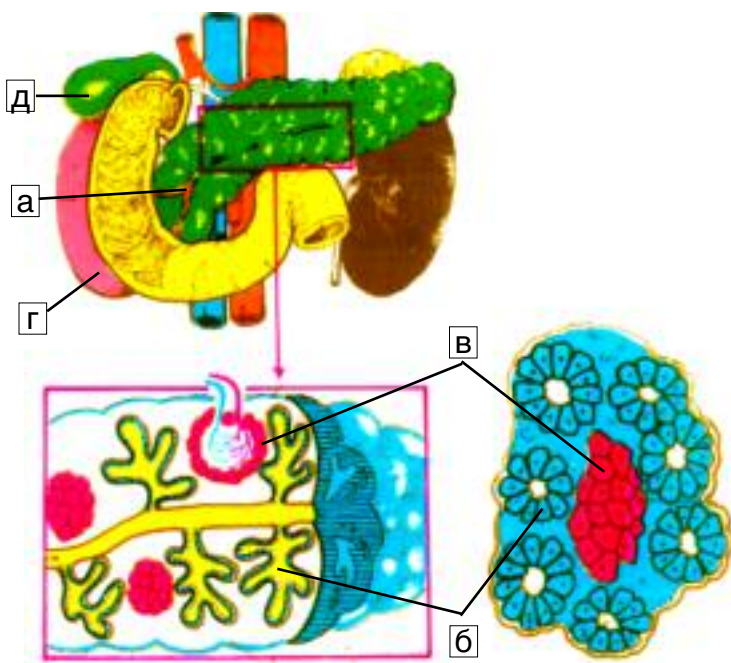
Поджелудочна жлезда

Поджелудочната жлезда-панкреас и црниот дроб се двете најголеми жлезди кои анатомски и функционално му припаѓаат на системот за дигестија (слика 2.20. и 2.22). Самото име ја определува положбата на оваа жлезда (под желудникот). Има листовидна форма и тежина околу 50-80 грама. Според функцијата што ја врши, панкреасот се состои од два вида клетки:

- ♦ Едните се групирани во *ацинуси* (ацинус-грозд), кои го лачат панкреасниот сок. Тој преку панкреасниот канал се излачува во почетокот на дванаесетпалечното црево, каде што се вклучува во дигестијата и

- ♦ Клетки, групирани во *Лангерхансови островца*, кои лачат хормони што го регулираат нивото на глукозата во крвта (тема 6). Оттука произлегува неговата улога во ендокрината регулација. Според тоа, панкреасот е жлезда со двојно лачење.

Секој ацинус функционира како мала независна единица на панкреасот. Ацинусните клетки излачуваат дневно околу 1,5-2,0 литри панкреасен сок. Сокот се состои од



Сл. 2.20. Поджелудочна жлезда-панкреас: а) панкреасен канал; б) ацинуси; в) клетки на Лангерхансови островца; г) црн дроб и д) жолчно кесе.

Собирањето и исфрлањето на недигерираните штетни материи како и ресорпцијата на водата се главни функции на дебелото црево.

Во дебелото црево заради отсуство на ензими, нема хемиска обработка на храната.

Цревната микрофлора на дебелото црево учествува во разградување на несварените состојки од храната и синтеза на витамините B₁, B₂, B₁₂ и K.

Во дебелото црево се врши ресорпцијата на вода, витамини и соли на натриум, калиум и хлор и истовремено се формира фецесот.

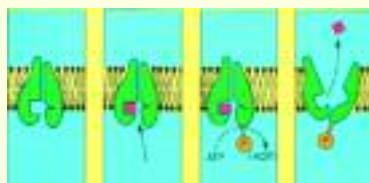
Водата се ресорбира по должината на целата дигестивна цевка, а најактивно во дебелото црево.

Во усната празнина може да се ресорбира само лекот нитроглицерин.

Во желудникот настанува ресорпција на некои лекови и витамини, јони на железо и готварска сол.

Главната ресорпција на дигерираните материи внесени со храната настанува во тенкото црево преку цревните ресички.

Панкреасот е жлезда со двојно лачење.



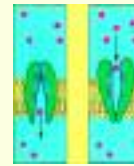
Моносахаридите, аминокиселините и јоните на натриум, калиум и хлор се пренесуваат во капиларната мрежа по пат на активен транспорт.

органски дел, претставен главно со ензимите: липаза, амилаза, трипсиноген, химотрипсиноген, карбоксиполипептидаза и мал процент на нуклеаза и лецитиназа. Неорганичкиот дел се состои од: вода, хлориди, бикарбонати и фосфати. Ензимите учествуваат во хидролизата на различни состојки од храната.

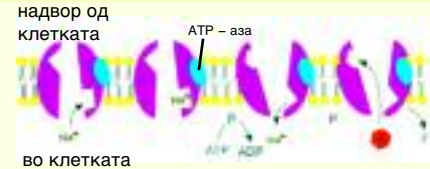
- ◆ Липазата дејствува врз масните;
- ◆ Амилазите дејствуваат врз јаглехидратите;
- ◆ Трипсинот, химотрипсинот, и карбоксипептидазите дејствуваат врз протеините.

Црн дроб

Црниот дроб (Hepar) е најголемата жлезда во организмот и тежи околу 2 kg. Сместен е на десната страна од стомачната празнина, под дијафрагмата. Се состои од лев и десен резен, од кои излегува по едно каналче. Двете



Масните киселини поврзани со жолчните соли се пренесуваат најголем дел во лимфните капилари, преку олеснета осмоза.



Активниот транспорт на јоните на натриум, хлор и калиум настанува и во тенкото и дебелото црево.

Панкреасот се состои од два вида клетки: ацинуси кои лачат дигестивни ензими и Лангерхансови островца кои лачат хормони.



Сл. 2.21. Функции на црниот дроб.

Црниот дроб и панкреасот се двете најголеми дигестивни жлезди.

каналчиња се соединуваат во црнодробен канал. Во десниот резен е сместено жолчното кесе. Хепатоцитите (црнодробните клетки) секојдневно продуцираат околу 600 ml жолчен сок кој се влева во жолчното кесе. Од него поаѓа жолчен канал кој се соединува со црнодробниот, во општ жолчен канал, и се влева во дуоденумот (слика 2.22). Црниот дроб се снабдува со крв преку црнодробната артерија и црнодробната портна вена (v. portae). Тој е орган со убедливо најголем број функции, над 500. Мал дел од нив се прикажани на сликата 2.21.

БОЛЕСТИ НА ДИГЕСТИВНИОТ СИСТЕМ И ПРЕВЕНЦИЈА

Гастроинтестиналниот тракт најчесто заболува од:

- ◆ Болести на одделните органи, како што се пептичен чир на желудникот или дуоденумот, цироза на црниот дроб, акутен гастритис, апендицитис и други;

- ◆ Инфекции предизвикани од микроорганизми во кои се вбројуваат: дизентерија, колера, жолтица како и труење со храна;

- ◆ Болести, предизвикани од бројни паразити кои живеат во одделни делови на дигестивниот систем, во кои спаѓаат: тенијата, детската глиста (трихина) и големата човечка глиста.

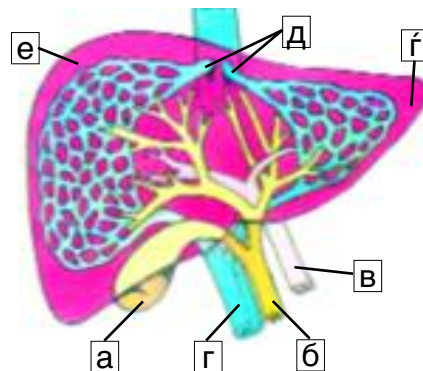
Со некои од овие болести повеќе ќе се запознаете во приложениот текст:

Пептичен чир на желудник и на дванаесетпалечно црево

Се среќава во оние органи кои се изложени на разорното дејство на хлороводородната киселина. Во услови на за-тајување на заштитниот ефект на муциот врз слузокожата доаѓа до нејзино оштетување. Тогаш јоните на H^+ од хлороводородната киселина навлегуваат во сидот на желудникот и од клетките го ослободуваат ткивниот хормон хистамин, кој стимулира дополнително лачење на HCl. Краен исход е чирот, кој за три до четири пати е почест на дуоденумот и најчесто може да премине во канцер. Најчувствителен период од животот за појава на чирот е меѓу 30 и 45 годишна возраст. Во поново време е откриено дека бактеријата *Helicobacter pylori* е исто така предизвикувач на чирот.

Најподложни на оваа болест се луѓето кои во медицинска терапија долго време користат лекови што поттикну-

Панкреасниот сок содржи ензими кои го помагаат разложувањето на протеините, јаглехидратите и мастите.



Сл. 2.22. Црн дроб: а. жолчно кесе, б. жолчен канал, в. црнодробна артерија, г. црнодробна портна вена, д. црнодробни вени, е. десен резен и ф. лев резен.

Црниот дроб е најголема жлезда во организмот со тежина од околу 2 kg.

Основна улога на црниот дроб е создавање и лачење на жолчка. Црниот дроб е орган со над 500 функции.

Чирот е болест на желудникот или дуоденумот, кој настанува како последица на прекумерно лачење на хлороводородна киселина.

Се јавува најчесто кај чувствителните луѓе подложени на долго-траен стрес.

Чирот на дуоденумот е почест и може да премине во рак.

ваат желудочна секреција на хлороводородна киселина, или се изложени подолго време на психички притисок и стрес. Од статистичките анализи е познато дека најголем процент од пушачите заболуваат од чир.

Цироза на црн дроб

Цирозата е хронично заболување на црниот дроб, во кое активните црнодробни клетки се оштетуваат, ја губат својата функција и се трансформираат во сврзно ткиво. Се јавува најчесто како резултат на долготрајно и обемно консумирање алкохол, особено кај луѓе со слаба исхрана. Болеста има голема смртност. Оние кај кои постојат симптоми на цироза треба веднаш да престанат со консумирање на алкохол.

Дизентерија

Дизентеријата ја причинува еден вид амеба (*Amoeba dysenterica*) и бактерии од типот *Shigella*, кои се населуваат во дебелото црево и предизвикува деструкција на цревната слузокожа. Како последица се јавува многу брзо движење на водата низ црево, со незначителна реасорпција, што се манифестира со обилни проливи (*diarea*). Опасноста од проливите е губење на големо количество вода и појава на дехидратација, како и губење на соли, состојба многу опасна кај децата.

Слични манифестации предизвикуваат инфекции предизвикани од бацилот на колерата, како и труењето со храна, предизвикано од *Salmonella*. Ваковиот тип на инфекции често се јавуваат и се шират во услови на слаба хигиена и загадена храна, млеко, или вода.

Жолтица или хепатитис

Жолтицата е воспаление на црниот дроб. Може да биде предизвикано од лекови, алкохол или инфекција. Има повеќе видови хепатитис (табела 2.4.), во зависност од видот на вирусите кои ја предизвикуваат инфекцијата (воспалението). При развивањето на жолтицата доаѓа до распаѓање на црнодробните клетки (хепатоцитите), губење на апетитот, пожелтување како и зголемување на црниот дроб. Кај пациентите најчесто доаѓа до регенерација на оштетените клетки.

Најчесто присутен е хепатитис В, наречен серумски хепатитис, кој обично се пренесува со користење на нечисти или недоволно стерилизирани игли и шприцеви. 50% од

Цирозата е болест на црниот дроб, која најчесто се јавува кај уживателите на алкохол.

Поради тешкото оштетување на црнодробните клетки, цирозата е смртоносна болест .

Причинителите на дизентеријата, колерата како и труењето на храната со *Salmonella* се манифестираат со губење на големо количество вода и соли - диареја.

Едни од симптомите на жолтицата - хепатитисот се: губење на апетит, пожелтување на кожата и слузокожата, болки во пределот на црниот дроб.

Во зависност од видот на вирусот разликување: хепатитис А, В, С, Д и Е.

Најопасен е серумскиот хепатитис Б, кој се пренесува преку директна замена на крв или телесни течности.

Кај уживателите на дрога, се јавува во 50% од случаите, поради што хепатитисот Б, се смета за поеднакво опасен како сидата.

Средствата што предизвикуваат зависност како алкохолот и дрогата се многу опасни за животот на човекот бидејќи носат висок ризик на смртност.

наркоманите кои дрогата ја земаат интравенозно, покажуваат знаци на инфекција од В-хепатитис. Голем ризик од можност за инфицирање постои и кај здравствени работници кои имаат контакт со инфицирана крв.

Кај сите донатори на крв се прави тест за хепатитис Б вирусот, со што е намалена можноста за пренесување на инфекцијата со трансфузија на крв или крвни продукти.

Тении

Свинската тенија како возрасна форма, живее во тенкото црево на човекот и може да достигне должина до три метри. Се внесува преку консумирање на сипаничаво месо кое не е термички добро обработено. За разлика од свинската, говедската или рибната тенија. За кучешката тенија човекот е посреден домаќин. Нејзиниот млад стадиум „бобинка“ најчесто живее во белите дробови, црниот дроб или мозокот, предизвикувајќи опасно заболување - ехинококус. Возрасниот стадиум живее во цреводо на кучето. Човекот се заразува со внесување на јајца, кои најчесто се наоѓаат на крзното кај кучето.

Детска глиста - трихина

Од трихина најмногу заболуваат децата, кои играат со земја и можат да дојдат во контакт со нејзините јајца. Возрасните форми живеат кратко време во цреводо, користејќи ја храната од домаќинот и создавајќи до 1500 единки. Преку крвта младите форми се пренесуваат во мускулите во кои се закожурчуваат и живеат со домаќинот до неговата смрт. Децата кои имаат глисти се многу слаби, бледи и имаат нагон на повраќање. Најдобар начин за спречување на болестите предизвикани од паразити или микроорганизми е одржувањето на личната хигиена на високо ниво.

Табела 2.4. Начини на пренесување на различните видови хепатитиси.

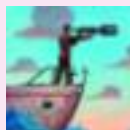
Тип на хепатитис	Начини на пренесување
A	Фекални материи кои ја загадуваат храната и водата
B	Директна замена на крв или телесни течности
C	Директна промена на крв или при полови односи
D	Директна размена на крв
E	Преку фекално загадена вода (често епидемии во Азија)

Тениите и детската глиста се најчести паразити на дигестивниот систем.

Од тениите најчеста е кучешката тенија-ехинококус, која во форма на јајце се среќава кај кучето, а како возрасна живее во белиот, црниот дроб или во мозокот кај човекот.

Детската глиста-трихина, се закожурчува во мускулите кај човекот и живее во нив сè до смртта на домаќинот.

Најдобра превенција од инфективните болести на дигестивниот тракт е одржувањето хигиена на храната и лична хигиена.



ИСТРА@УВАЊЕ

Болести на дигестивниот систем

Хиџоџеза

Стилот на живеење има мошне големо значење за појава на болестите во системот за дигестија.

План на истражување

1. Врз основа на индивидуалниот интерес, се-

кој поединец треба да одбере една болест на системот за дигестија. При тоа, учениците може да ги користат примерите застапени во учебникот, или по сопствен избор да се определат за некоја друга болест.

2. Секој ученик, самостојно, проучувајќи соодветна стручна литература, треба да изготви елаборат (детален писмен проект) за одбраната проблематика.

Материјали за работа

- Стручна литература и други извори на знаење, соодветни на проблематиката што се проучува;
- компјутер, или дактилографска машина.

Опис, евидентирање и обработка на податоци

Истражувањето треба да се претстави во форма на елаборат. Елаборатот, кој треба да содржи:

* Воведен дел, со податоци поврзани за историјатот или статистички податоци за болеста;

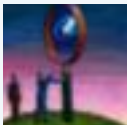
* Главен дел, во кој треба да се наведат:
- причините за појава на болеста;

- опис на симптомите на болеста и можни последици

- превенција и

* завршен дел со заклучни размислувања.

Елаборатот треба да биде претставен на една страна (отчуван или компјутерски обработен текст). На часот треба да се прочитаат неколку од нив и да се развие дискусија.



ЗНАЕТЕ ЛИ ДЕКА?

Моторичката активност на дигестивната цевка има за цел мешање на храната и движење кон нејзиниот завршен дел преку: тонусни, перисталтички и сегментарни движења. Тонусните контракции на желудникот, се јавуваат периодично, на секои 20 секунди, при што се формира химусот. Со перисталтичките движења, кои се јавуваат 2 до 3 пати во минута, се префрлува химусот од желудникот во цревата. Во цревата продолжуваат перисталтичките движења кои го туркаат химусот кон дебелото црево, додека сегментарните, ритмични контракции на кружните мускули овозможуваат, брановидни движења, кои покрај тоа што го буткаат химусот кон аналниот отвор истовремено и го мешаат. Со тоа цревата добива изглед на колбаси.

Празнењето на желудникот зависи од видот на храната. Храната богата со протеини и масти, како и цврстата храна престојуваат од 6 до 8 часа во желудникот, додека полутечната само 2 до 3 часа.

Повраќањето на храната од желудникот и горните делови на цревата е наречено (vomitus). Тоа е одбранбена рефлексна реакција на празнење на желудникот од присуството на токсични материи во храната или од преполнетост на желудникот. Се случува реакција на повраќање да настане и со директно дразнење на центарот за повраќање во продолжениот мозок (при возење или алкохолизирана состојба), меѓутоа во тој случај отсуствува чувството на мачнотија.

Поимот диета често погрешно се толкува. Во суштина, подразбира стил на живеење или

начин на управување со својот живот, а потекнува од латинскиот збор диатеа. Диетата не значи само намалување на количеството храна, туку се однесува на целокупниот режим на внесување на храна во организмот. Неуррамнотежено внесување и искористување на храната во организмот, најчесто доведува до дебелеење или слабеење.

Причините за дебелеење се многубројни. Ќе се задржиме на една од нив, а тоа е генетичката предодреденост кон дебелеење. Од најновите испитувања се знае дека 75% од оние кои се дебели имаат задолжително еден родител кој исто така е дебел. Постои голема веројатност дека ќе имате прекубројни килограми ако обата родители ви се дебели.



Регулацијата на процесот на дигестија се остварува на два начина:

Нервно, преку наредби од автономниот нервен систем, со самата помисла на храна, односно по условен пат; и

Ендокрино (хуморално), преку хормоните што се вклучени во регулација на секрецијата на дигестивните жлезди, кои функционираат врз принцип на негативна повратна врска. Хормоните се создаваат во самите органи од овој систем. Дobar пример за тоа е лачењето на желудочниот сок, кој се остварува преку дејството на хормонот гастрин, од желудникот, или лачењето на жолчниот сок кое е стимулирано од хормонот холецистокинин, што се излучува од дуоденумот итн.



Типови на исхрана

Хиџоџеза

Разликите во исхраната кај човекот произлегуваат главно од навиките при конзумирањето на храна, односот кон исхраната, различните физиолошки состојби на организмот, дневната енергетска потрошувачка, здравствената состојба и друго.

Помошни хиџоџези

1. Количината и видот на конзумираната храна во текот на денот зависат од бројни субјективни причини;
2. Во различен период од животот човекот има потреба од различен вид и количина на храна;
3. Дневната енергетска потреба на секој човек зависи од видот на работата со која се занимава;
4. Оние луѓе кои не конзумираат месо и месни продукти, применуваат вегетаријанска исхрана;
5. Изборот на храната зависи и од видот на крвните групи кај човекот.

План на истражувањеџо

Учениците треба да се поделат во пет групи од 5-6 ученици. Секоја група ќе истражува една од поставените помошни хипотези, како главна, што значи дека паралелно ќе се спроведат пет истражувања. По еден ученик од секоја група ќе работи на првата хипотеза.

Хиџоџеза бр. 1: Со цел да се утврди количината и квалитетот на исхраната кај учениците, треба да се анализираат и обработат листи за еднодневната исхрана, кои учениците ги изработиле на редовниот час. Резултатите треба табеларно да се претстават за обата пола и да се пресметаат во калории. Врз основа на проучената литература, треба да се изведат заклучоци за

тоа колку учениците правилно се исхрануваат. Секој ученик од групата, применувајќи ги правилата за здрава исхрана, треба да состави листа на јадење за еден ден, за обата пола, сообразена на нивната возраст.

Хиџоџеза бр. 2: Вторите ученици во групите, имаат за цел да го проучат режимот на исхрана во различни периоди од животот кај човекот и тоа: 1. кај новороденчињата, 2. за време на пубертетот (одделно за обата пола), 3. бременоста и 4. староста. При тоа треба да го проучат видот на храната и енергетските потреби на специјалната исхрана, кај различните возрасни категории. По извршената анализа треба да извлечат соодветни заклучоци, врз основа на кои треба да се изготви прирачник со совети за правилна исхрана.

Хиџоџеза бр. 3: Секој трет ученик од групите ќе ги проучува енергетските потреби во зависност од професијата. Притоа, треба да се утврди дневната енергетска потреба кај луѓе од следните професии: 1. програмер, 2. возач на велосипед, 3. наставник и 4. рудар. Резултатите треба да се изразат во калории, а вредностите да се прикажат табеларно. Истовремено, учениците треба да состават листа на јадења за обата пола, која ќе ги задоволи енергетските побарувања на секоја професија одделно.

Хиџоџеза бр. 4: Четвртите членови од групите ќе ја проучуваат вегетаријанската исхрана, суштината на овој тип исхрана, предностите во однос на стандардниот тип на исхрана и слабите страни на вегетаријанството. Од користената литература ќе извлечат податоци кои ќе се користат за изработка на постер-презентација.

Хиџоџеза бр. 5: Последните членови од групите ќе ја обработат исхраната, која е условена од типот на крвната група. Секој член од групата ќе ја проучи исхраната кај одделна крвна група и ќе изготви список на прехранбени продукти кои се специфични за неа. Потоа, сите заедно ќе изготват мини брошура, што ќе може да се користи како водач во исхраната кај заинтересираните учениците.



ИСТРА@УВАЊЕ

Диети

Хиџоџеза

За некои заболувања потребна е примена на посебен диетален режим

План на истражување

Истражувањето треба да се спроведе во пет групи, кои ќе содржат од 5-6 ученици. Секоја група ќе обработува еден проблем поврзан со специјалната исхрана кај некои болести, поврзани со функционални нарушувања на одделни органи од системот за дигестија или со проблеми во телесната тежина.

Материјали за работа

Стручна литература и други извори на знаење, сметач, печатач и хартија.

Проблем за истражување

- Диета кај болните од чир на желудникот и дванаесетпалечното црево
- Диетална исхрана кај болни од шеќерен дијабет
- Посебен тип на исхрана кај луѓе со камен на жолчката и жолчните патишта
- Диета кај луѓе со прекумерна телесна тежина
- Диети кај луѓе со намалена телесна тежина

Тек на истражување

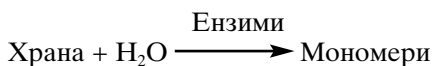
Секоја група, применувајќи ја методологијата на постапното истражување треба да:

- постави помошни хипотези;
- изготви план и посочи насоки за работа;
- избере и проучи соодветна литература и предвиди и други материјали за работа;
- донесе заклучоци за проблематиката што ја истражува и
- одбере начин за презентација на истражувањето.

Кратка содржина на темата

1. Системот за дигестија кај човекот се состои од усна празнина, голтка, хранопровод, желудник, тенко црево и дебело црево, кое завршува со анален отвор. Жлездите што припаѓаат кон овој систем се плунковните, црниот дроб и панкреасот.

2. Во процесот на дигестија, храната која се внесува, се хидролизира до попросто градени делови и се ресорбира од дигестивниот тракт во крвта. Јаг-лехидратите, мастите и протеините, пред да преминат во крвта се разложуваат со помош на ензимите и водата, до нивните мономерни единици. Водата, витамините и минералите можат да преминат во циркулацијата без да претрпат структурни промени.



3. Ензимите се биолошки катализатори кои во хемиската структура освен протеини може да содржат и витамини. Тие во ензимската реакција се поврзуваат со супстратот во привремен комплекс ензим-супстрат, од кој по завршувањето на ензимската реакција се добиваат продукти на ензимската реакција и слободен ензим.

4. Во текот на дигестијата, големите молекули на храната се разложуваат до помали, кои можат полесно да поминат низ клеточната мембрана. Овој процес најчесто бара енергија за транспорт низ мембраната. Продуктите на дигестијата, во клетките подлежат на катаболички процеси со цел да ослободат енергија за одржување и изградба на клетките.

5. Дигестијата се состои од неколку етапи:

Ингестија на храната: храната се внесува во усната празнина со помош на усните, забите и јазикот.

Механичка обработка на храната: Во устата храната се ситни на помали парчиња со помош на забите. Потоа се формира залакот со помош на плунката и се голта. Перисталтичките движења на мазните мускули на хранопроводот го овозможуваат нејзиното преминување во желудникот. Храната механички се обработува со активноста на мускулите на желудникот, се меша со дигестивните сокови со што се овозможува дејствување на ензимите и во кашеста состојба (химус) се пренесува во тенкото црево.

Хемиска обработка на храната: Хемиската фаза опфаќа серија реакции во кои органските мо-

лекули од храната се хидролизирани со помош на водата и ензимите. Започнува во усната празнина со разложување на скробот, продолжува во желудникот во кој се дигерираат протеините и завршува во тенкото црево каде се одвива целосната дигестија и ресорпција на храната.

Ресорпција на храната: Ресорпцијата, како завршна фаза на дигестијата, се одвива по разложувањето на органските молекули до нивните мономерни единици. При тоа настанува активно преминување на мономерите во крвта. Се извршува од страна на цревните ресички во тенкото црево. Мономерите - глукозата и аминокиселините се ресорбираат во крвта, додека глицеролот и масните

киселини се соединуваат во триглицериди и во најголем дел преминуваат во лимфотокот. Потоа се транспортираат до сите клетки во телото на човекот.

Клеточен метаболизам: Дигерираните состојки на храната, од крвта, преку мембраната преминуваат во клетките каде учествуваат во синтеза на нејзините градбени структури. Депонираните јаглехидрати (гликогенот) се користат како основен енергетски извор за телото. Вишокот се трансформира во масти и се депонираат во адипозното ткиво. Според тоа клетките имаат способност за трансформација на органските соединенија од еден во друг вид.

Проверете го вашето знаење

1. Проучете ја самостојно сликата 2.3. и објаснете ја врската меѓу дигестивниот и циркулаторниот систем!
2. Опишете ја градбата на усната празнина и дигестијата на храната во неа!
3. Кои се главните функции на: желудникот, тенкото и дебелото црево?
4. Од кои делови се изградени: желудникот, тенкото и дебелото црево?
5. Поврзете ја градбата и функцијата на тенкото црево!
6. Каде започнува дигестијата на јаглехидратите, протеините, масните, на кој начин се разложува секој од нив и каде настанува ресорпција на продуктите од нивната дигестија?
7. Именувајте четири вида на дигерирани молекули од храната, кои се доволно мали за да се ресорбираат!
8. Што се ензимите, од што се изградени и каква е нивната улога во ензимските реакции?
9. Чаша млеко содржи во себе: лактоза, протеини, минерални соли, масти. Објаснете што се случува со секоја состојка од млекото во дигестијата!
10. Објаснете го значењето на водата и минералните соли за организмот!
11. Кои органски молекули од храната не се користат како извор за енергија?
12. Објаснете ја ензимската реакција!
13. Каква е улогата на витамините во дигестијата на храната?
14. Во кои делови од дигестивниот тракт се врши механичка обработка на храната?
15. Проучете ја сликата 2.5. и објаснете ги патиштата на метаболичната трансформација на молекулите од храната во клетките!
16. Наведете ги имињата на ензимите кои се вклучени во дигестијата на протеините?
17. Од кои жлезди се излучуваат ензимите што учествуваат во дигестијата на протеините и во кои делови од дигестивната цевка се секретираат?
18. Каде ги има и која е функцијата на микроорганизмите во дигестивниот тракт?
19. На кој начин настанува ресорпцијата на глукозата, минералните соли и водата?
20. Кои состојки од храната најдолго се задржуваат во дигестивниот тракт и зошто?
21. Кои се функциите на црниот дроб?
22. Од што се состои жолчниот сок и објаснете ја неговата улога во дигестијата на храната!
23. Која е главната цел на исхраната и каде се остварува таа?
24. Кои се причините за нарушувањето на функциите на органите за дигестија и какви се последиците од тоа?
25. Кои болести на органите за дигестија можат да се појават при слаби хигиенски услови ?



КВИЗ

1. Која од наведените состојки на храната може директно да се инјектира во крвта за исхрана на организмот?

- а. гликоген
- б. витамин-С
- в. лактоза
- г. масни киселини
- д. гликоза

2. Кои органски молекули од храната хидролизираат само во кисела средина?

- а. масти
- б. протеини
- в. витамини
- г. гликоген
- д. скроб

3. Кои се заедничките особини на крајните продукти од дигестијата на протеините, мастите, скробот и гликогенот?

- а. сите се ресорбираат преку крвните капилари
- б. сите се ресорбираат преку лимфниот систем
- в. сите имаат исто време на ресорпција
- г. сите можат да се користат како енергетски извори
- д. сите содржат азот

4. Кој од наведените ензими нема влијание врз дигестијата на јаглехидратите?

- а. лактаза
- б. амилаза
- в. сахараза
- г. липаза
- д. малтаза

5. Кој од наведените делови на дигестивниот систем не учествува во дигестијата на јаглехидратите?

- а. дебело црево
- б. плунковни жлезди
- в. тенко црево
- г. жолчка
- д. црн дроб

6. При одвивање на ензимската реакција, кој е реактантот од млекото (X) врз кој дејствува лаб-ферментот?

лаб-фермент

Млеко -----> + Вода

- а. аминокиселини
- б. масни киселини
- в. глукоза
- г. Са-јони
- д. казеин

7. Која од наведените тези нема значење во ресорпцијата на мастите по нивната дигестија?

- а. преминуваат во лимфоток преку активен транспорт
- б. се ресорбираат од епителните клетки на тенкото црево
- в. градат триглицериди
- г. преминуваат во лимфотокот преку дифузија
- д. масните капки преминуваат во лимфните капилари со помош на жолчните киселини

8. Распоредете ги органите од системот за дигестија во анатомска и функционална целина, на тој начин што со број еден ќе го означите почетокот, а со бројот единаесет, завршетокот на овој систем.

- __ колон
- __ дванаесетпалечно црево
- __ усна празнина
- __ право црево
- __ празно црево
- __ хранопровод
- __ слепо црево
- __ анален отвор
- __ голтник
- __ желудник
- __ слабинско црево

9. Поврзете ги меѓу себе ензимите со органите од коишто се излучуваат.

- а. Малтаза __ Плунковни жлезди
- б. Пепсин __ Цревни жлезди
- в. Трипсин __ Желудочни жлезди
- г. Птијалин __ Панкреас



КРВОНОСЕН СИСТЕМ 70

КРВ 70

Крвни клетки 71

Крвна плазма 73

Крвни протеини во плазмата 74

Функции на крвта 75

Коагулација на крвта 75

ИМУНИТЕТ 76

Неспецифичен имунитет 76

Специфичен имунитет 77

Реакција антиген-антитело 78

Клеточен имунитет 79

Трансплантација на органи 80

Стекнување имунитет 80

КРВНИ САДОВИ 82

ГРАДБА И ФИЗИОЛОГИЈА НА СРЦЕТО 84

Градба на срцето 84

Поврзување на срцето со крвните садови 85

Центри за автоматизирана инервација на срцето 86

Автоматизам на срцевата работа 86

Физиологија на срцето 87

Срцева револуција (срцев циклус) 87

Регулација на срцевата работа 89

Циркулација на крвта низ крвните садови 91

Белодробен-мал крвоток 91

Телесен-голем крвоток 92

Движење на крвта низ крвните садови 93

3. КРВОНОСЕН СИСТЕМ

Крвниот систем заедно со лимфниот, се транспортни системи во организмот на човекот (слика 3.1.). Тие учествуваат во пренесувањето на хранливите материи до клетките, а од клетките ги преземаат крајните продукти од метаболизмот и ги транспортираат до органите преку кои се елиминираат од организмот (тема 6).



Сл. 3.1. Крвен и лимфен систем

Лимфниот систем е од *отворен тип* и се состои од: лимфни капилари, лимфни вени, лимфни јазли, лимфа и лимфоидни органи. **Лимфата** е безбојна течност која се состои од клетки, наречени лимфоцити и течен дел, лимфна плазма. Таа настанува од крвната плазма и клеточната течност. Слезината, крајниците, градната жлезда, лимфните јазли и коскената срцевина се **лимфоидни органи**, кои постојано или повремено ги продуцираат клетките на овој систем.

Лимфниот систем освен што учествува во транспортот на материите, одговорен е за заштита од болести кои се пренесуваат низ циркулаторниот систем. Тоа се остварува во лимфните јазли со директна одбрана или со филтрација.

Крвниот (кардиоваскуларен) систем, за разлика од лимфниот е од *затворен тип* и во него спаѓаат: срцето и крвните садови (артерии, вени и капилари). Низ сите овие органи поминува телесната течност-крв.

КРВ

Крвта е течно ткиво кое се состои од клетки и крвна плазма. Од целокупниот волумен на крвта 45% отпаѓа на крвните клетки, додека 55% на крвната плазма. Волуменскиот однос на крвните клетки со крвната плазма е наречен *хематокриј*. По прекумерно потење количеството на плазма може да се намали и до 50%, додека со конзумирање течност да се зголеми до 60%.

Суѓестии за наставањето:

1. Ако Вашето училиште располага со слики или друг нагледен материјал за градењето на крвоносниот или лимфниот систем, почнете го часот со определување на положбата на одделните органи во обајата система.

2. За крајот на часот изгответе табели со параметри за крвна слика, со различни вредности на формативните елементи, умножете ги и поделете им ги на учениците. Подискусирајте за разликите на вредностите.

Транспортните системи кај човекот се претставени со крвниот и лимфниот систем.

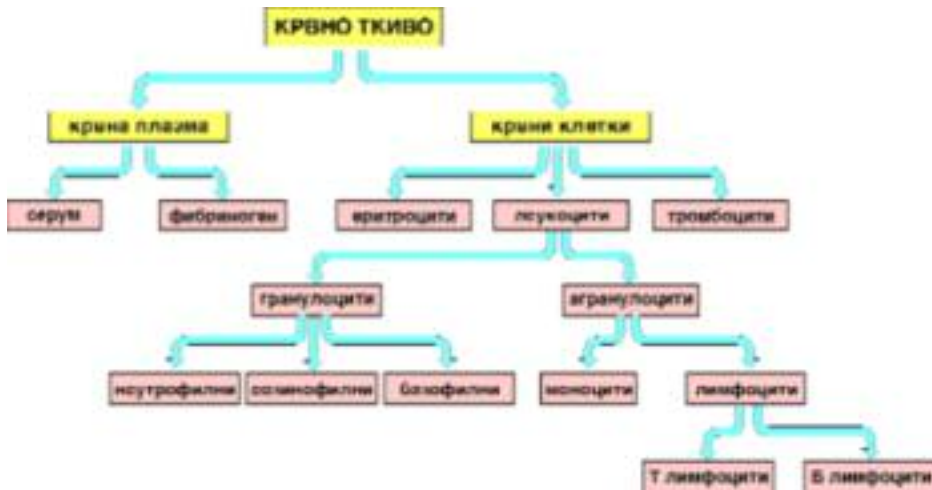
Лимфниот систем е од отворен тип и се состои од лимфни садови, лимфоидни органи и лимфа.

Лимфата е течно ткиво, изградено од лимфна плазма и клетки лимфоцити.

Лимфниот систем учествува во транспортот на дел од материите и во одбраната на организмот.

Крвниот систем е од затворен тип и е изграден од срце, крвни садови и крв.

Крвта е течно сврзно ткиво кое се состои од крвна плазма и крвни клетки: еритроцити, леукоцити и тромбоцити.



Сл. 3.2 Состав на крвта.

Крвта се состои од крвни клетки: црвени (еритроцити), бели (леукоцити) и крвни плочки (тромбоцити) и крвна плазма, како основна меѓуклеточна материја (слика 3.2).

Крвни клетки

1. Еритроцитите (црвени крвни клетки) имаат форма на двојно вдлабнат диск, со должина од 7- 8 μ (микрони) и ширина од 2 μ . Кај човекот, еритроцитите не содржат јадро. Затоа тие имаат многу кус животен век од 80-120 дена.



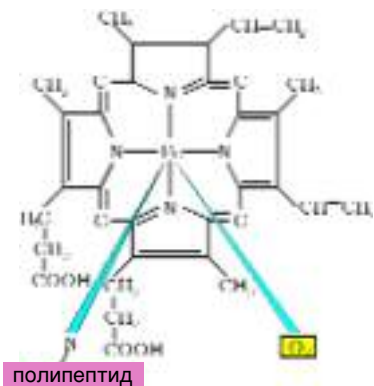
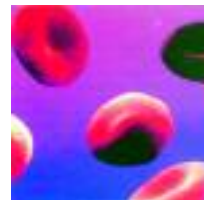
Сл. 3.3 Крвни капилари со еритроцити.

Внатрешната содржина на еритроцитите е исполнета со крвен пигмент, хемоглобин. Хемоглобинот има црвена боја, и се состои од две компоненти:

- ♦ **Хем**, кој е изграден од порфириноско јадро и јон на железо Fe^{2+} , (слика 3.4.) и
- ♦ **Глобин**, кој претставува проста белковина, со различен аминокиселински состав кај секој човек.

Хемоглобинот има способност лабаво да се врзува со кислородот, со што формира соединението *оксихемоглобин*. Исто така тој делумно се врзува и со јаглеродниот диоксид, при што се формира соединението *карбохемоглобин*. Најголем афинитет за врзување, хемоглобинот покажува кон јаглеродниот моноксид. Со него формира траен ком-

Еритроцитите се црвени крвни клетки кои содржат крвен пигмент хемоглобин.



Сл. 3.4. Хемот, преку железото се сврзува за кислородот, а преку азотниот атом со глобинот. Хемоглобинот се состои од четири хема со исто толку молекули глобин.

плекс познат како *карбоксихемоглобин*, кој го спречува поврзувањето на кислородот за хемоглобинот, што доведува до труење на организмот (тема 5).

Бројот на еритроцитите варира во зависност од полот. Кај жените се движи во границите од $4-4,5 \times 10^{12}/l$ крв, додека кај мажите од $5-5,5 \times 10^{12}/l$. Бројот се менува и со зголемувањето на надморската висина. Луѓето кои живеат во места со поголема надморска висина, поради намалениот парцијален притисок на кислородот во воздухот (хипоксија), имаат поголем број еритроцити. Бројот на еритроцитите може и да се намали. Ако падне под долната физиолошка граница станува збор за *еритропенија*, додека зголемувањето на бројот над горната физиолошка граница се нарекува *еритроцитоза*.

2. Леукоцити (бели крвни клетки), се амевидни клетки со јадра. Врз основа на нивната големина, формата и гранулите во нивните јадра, се поделени на:

♦ *Гранулоцити*, кои имаат сегментирано јадро и се формираат во коскената срцевина, заедно со еритроцитите. Во нив спаѓаат: 1) неутрофилни, 2) базофилни и 3) еозинофилни леукоцити и



♦ *Агранулоцити*, чии јадрата се овални, несегментирани, со способност за делба. Повеќето агранулоцити (моноцити, Т и В-лимфоцити), се продуцираат во лимфните јазли, слезината, крајниците и тимусната жлезда. Овие клетки имаат важно значење во клеточниот имунитет. Тие ги контролираат долготрајните бактериски инфекции и ги неутрализираат токсините во ткивата погодени со инфекцијата.

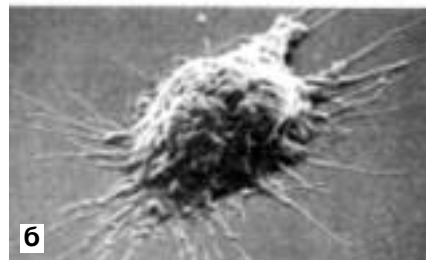
Можноста за менување на формата и одбранбената функција на леукоцитите во организмот се во врска со способноста за: амевидно движење, дијапедеза и хемотаксија.

Дијапедезата е способност леукоцитите активно да ги напуштаат крвните садови, кога постои инфекција или воспалителен процес во ткивата. Со тоа, тие преку позитивна *хемотаксија* се движат кон инфицираното ткиво и се вклучуваат во процесот на *фагоцитоза*. Според тоа леукоцитите се првите клетки што се вклучуваат во одбраната на организмот.

Хемоглобинот се врзува со кислородот од воздухот и создава соединението оксихемоглобин.

Хемоглобинот има најголем афинитет кон јаглеродниот моноксид со кој гради траен комплекс наречен карбоксихемоглобин, кој е штетен за организмот.

Бројот на еритроцитите кај човек се движи во граници од $4,5-5,5 \times 10^{12}/l$ крв.

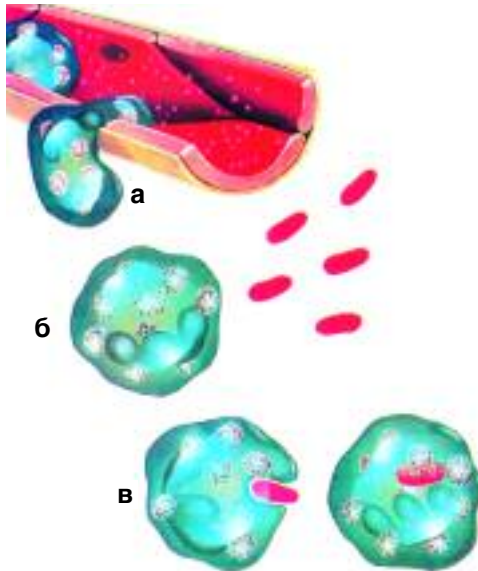


Леукоцити

Леукоцитите се јавуваат во повеќе видови: гранулоцити, агранулоцити и др.

Леукоцитите се одбранбени клетки на организмот кои имаат својство за амевидно движење, дијапедеза и хемотаксија.

Леукоцитите се составен дел на крвта, но ги среќаваме и во лимфата и меѓуклеточната течност. Бројот на леукоцитите може да варира во физиолошки граници од $4-8 \times 10^9/l$ крв. Зголемувањето на бројот на белите крвни клетки е наречено *леукоцитиоза* и обично се јавува по поголем физички напор, или обилен оброк, а кај жените за време на менструалниот циклус. Намалувањето на бројот е означено како *леукопенија*.



Леукоцитите се првите клетки кои се вклучуваат во одбраната на организмот.

Нормалната вредност за леукоцитите изнесува од $4-8 \times 10^9/l$ крв.

Сл. 3.5. а) дијапедеза на леукоцитите од крвните садови, б) позитивна хемотаксија кон бактериските клетки, в) фагоцитоза. (покрај празна страна, до текстот.

3. Тромбоцити (крвни плочки), се безјадрени клетки, со големина од 4μ и бела боја, исто како и леукоцитите. Содржат ткивна материја *серотонин* и ензим *тромбопластин*, кои лесно се ослободуваат со кршење на тромбоцитите. Со тоа имаат витална улога во спречувањето на крвавењето (хемостаза) на организмот. Серотонинот учествува во вазоконстрикцијата на сидовите на оштетените крвни садови. Со тоа го забавува протокот на крв и истовремено, во крвните садови со помал дијаметар го спречува истекувањето на крвта. Тромбокиназата е еден од факторите со кои започнува коагулацијата на крвта, за кој ќе стане збор подоцна.

Тромбоцитите се создаваат во коскената срцевина, а живеат околу 8 дена. Бројот на тромбоцитите изнесува $140-340 \times 10^9/l$ крв.

Крвна плазма

Со центрифугирање или седиментација на крвта, на дното од садот се издвојуваат крвните клетки, а над нив останува бистра течност, наречена крвна плазма. Најголемиот дел на плазмата се состои од вода (90-92%) а остатокот (8-10%) отпаѓа на плазматични протеини, аминокиселини, глукоза, липиди, уреа, мочна и млечна киселина, хормони, ензими, антитела, хлориди, бикарбонати, фосфати, разни елементи и др. (слика 3.6).



Тромбоцит

Крвните плочки или тромбоцитите содржат ткивна материја серотонин и ензим тромбокиназа кои се вклучуваат во спречувањето на крвавењето.

Нормалната вредност за тромбоцитите изнесува од $140-340 \times 10^9/l$ крв.

Крвниот серум е бистра течност што настанува со издвојување на крвните елементи по седиментација на крвта.

Крвната плазма се состои од органски, неоргански материи и крвни протеини кои имаат улога во коагулацијата на крвта, одржувањето на осмотскиот притисок и одбраната на организмот.

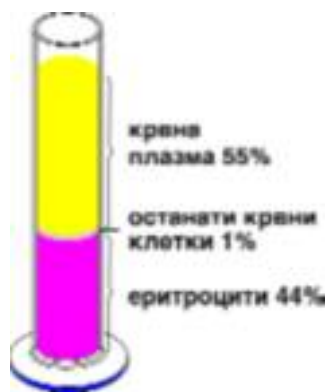
Крвни протеини во плазмата

Едни од позначајните крвни протеини се: профибрин, протромбин, албумини и гама (γ)-глобулини.

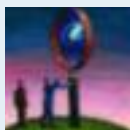
- ◆ Протромбинот и профибринот се фактори на коагулацијата на крвта;
- ◆ Албумините го регулираат осмотскиот притисок на крвта и меѓуклеточната течност;
- ◆ γ -глобулините влегуваат во состав на структурата на антителата, со што учествуваат во одбранбената улога на крвта.

Треба да знаете дека со отстранувањето на фибриногенот од крвната плазма се добива *крвен серум*.

Крвниот серум се добива со дефибринизирање на крвната плазма.



Сл. 3.6. Седиментација на крвта.



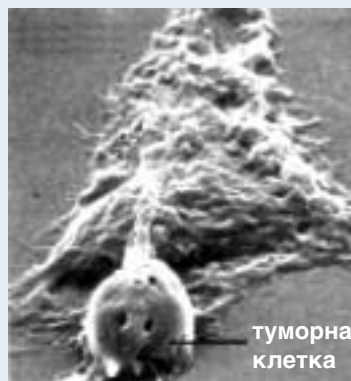
ЗНАЕТЕ ЛИ ДЕКА?

Анемијата е состојба на намалување на бројот на еритроцитите и/или количината на хемоглобинот во крвта. Причините се различни. Може да се последица на обилно крвавење, или оштетување на црниот дроб и слезената при акумулација на тешки метали, дефицит на витаминот B12 и др. Забележана е и кај мали деца кои се хранат само со млеко, во кое има дефицит на железо. Карактеристични симптоми на анемијата се аритмија на срцевата работа и деградација на ткивата, како последица на намален транспорт и снабдување со кислород.

Полицитемијата е состојба на енормно патолошко зголемување на бројот на еритроцитите од $11-15 \times 10^{12}/l$ крв. Причината може да е обилно губење на течност од телото, како последица од покачена телесна температура или долготрајна диареја. Позната е уште и како планиарска болест затоа што се јавува кај планинарите во услови на хипоксија, по подолго престојување на надморска висина над 5 000-6 000 m. Полицитемијата е придружена со зголемување на густината на крвта, со што може да дојде до блокирање на протокот на крв во крвните садови. Ова доведува до прскање на капиларите и проблеми во срцевата работа.

Леукемија е состојба при која има присуство на недиференцирани леукоцити и незрели еритроцити во периферната циркулација. Се забележува преку исклучително голем број на леукоцити во крвта, отекување на слезината, лимфните јазли и црниот дроб. Присутно е и губење на апетитот, обилно потење и покачена температура.

Една од причините е и појавата на малигни промени во ткивата на лимфоидните органи, кои продуцираат злочудни клетки што се распространуваат низ целиот организам.



Функции на крвта

Крвта има повеќекратна улога во организмот. Учествува во:

- ◆ Транспортот на хранливите материи до клетките (глюкоза, аминокиселини, витамини, минерали, кислород) и елиминирањето на продуктите од метаболизмот од организмот (уреа, јаглероден диоксид, вода и др.).

- ◆ Транспортот на хормоните од ендокрините жлезди до клетките и ткивата кои се цел на дејствувањето (целни клетки и ткива);

- ◆ Одржувањето на хомеостазата (регулирање на рН на крвта, одржувањето на рамнотежа на вода и температура на организмот);

- ◆ Имунолошки одговор на внесени бактерии, вируси и други туѓи материи, со учество на белите крвни клетки и антителата;

Коагулација на крвта

Една од функциите на крвта е коагулацијата, односно згрутчувањето на крвта, која претставува само една од етапите во хемостазата. Се остварува со учество на тромбоцитите од крвта, кои имаат примарно значење во спречување на крвавењето. Коагулацијата е мошне сложен **каскаден процес** на реакции на меѓусебно поврзани и зависни фактори на коагулација. Се остварува според принципот на **позитивната повратна врска**. Во неа учествуваат **дванаесет фактори на коагулацијата**, чија каскадна реакција е од типот на ензимско активирање на секој фактор одделно, од тој што му претходи. Коагулацијата е доста сложен процес и затоа се задржуваме само на некои од најзначајните реакции во него. Според сликата 3.7, по оштетувањето на крвните садови и дејствувањето на серотонинот, започнува:

1. реакција на ослободување на ензимот тромбокиназа од тромбоцитите. Тоа настанува со контакт на тромбоцитите со воздухот или некој цврст предмет;

2. реакција на преминување на неактивниот протромбин во активна форма тромбин, во која учествуваат ензимот тромбокиназа и јони на калциум;

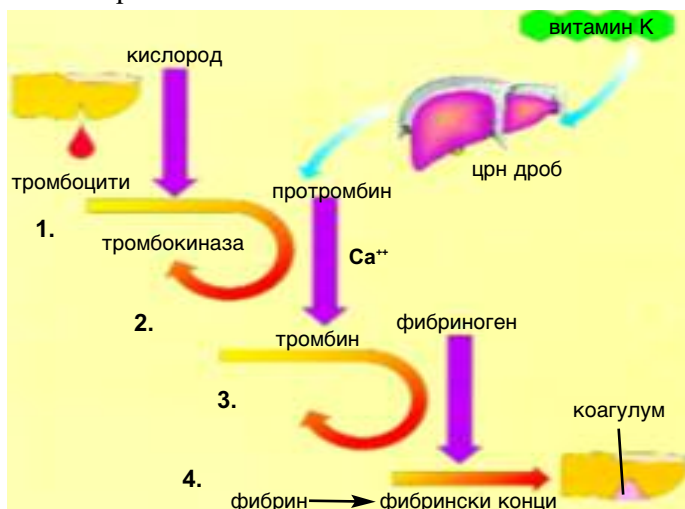
3. реакција, во која тромбинот влијае врз трансформацијата на профибринот од крвната плазма, при што се создава фибрин;

Суѓесѝии за наста̀внико̀и:

Со цел учениците да ја проследат коагулацијата, неколку кайки крв кайнејте на парафинско и обично стакло. Следејте ги промените и регистрирајте ја брзината на коагулацијата на крвта, кај неколку доброволци. Кога работите со крв преземете ги сите потребни мерки за заштита. Побарајте од учениците да ги опишат промените што ги забележале и да ги поврзат со теоријата. Зададете и задача да размислат зошто брзината на коагулацијата не е кај сите еднаква.

Крвта има улога во транспортот на хранливите материи, крајните метаболити, хормоните, одржувањето на водената и кисело-базната рамнотежа, терморегулацијата и имунолошкиот одговор на организмот.

Коагулацијата започнува по оштетувањето на крвните садови и дејствувањето на серотонинот.



Сл. 3.7. Каскадни реакции на активација на ензимите-фактори на коагулација на крвта.

4. реакција, фибринот во форма на фибрински конци, се слепува за оштетената површина на крвниот сад и формира густа мрежа. Во фибринската мрежа се заробуваат крвните клетки кои помагаат во формирањето на коагулум (тромб), со што се запира крвавењето.

Луѓето кај кои недостасува кој било од факторите на коагулацијата, немаат способност за згрутчување на крвта, така што при повреди можат сериозно да искрвават. Таков случај е *хемофилијата*, кај која поради отсуство на антихемофилниот фактор на коагулација, не може да се спречи крвавењето (тема 8).

Од друга страна, во крвните садови на здрави луѓе не доаѓа до коагулација, бидејќи во крвта се содржи значаен **антикоагулант**, познат како **хепарин**, кој го спречува тоа.

ИМУНИТЕТ

Во непосредната околина, човекот е постојано изложен на бројни предизвикувачи на патогени промени во организмот, од кои успешно се одбранува. Кожата на пример служи како природна бариера која заштитува од влез на штетни микроорганизми. Присуството на одредени хемиски материи во потта и солзите имаат антимикробно дејство. Познато ни е дека и микроорганизмите што ги внесуваме со храната се уништуваат со дејствувањето на ензимите или хлороводородната киселина од дигестивните сокови. Исто така нечистотиите во воздухот и честичките од прав кои се вдишуваат, се задржуваат во слузокожата на носната празнина или душникот со што се спречува нивно навлегување во организмот. Ова се само некои од примерите за неспецифична одбрана на организмот или *неспецифичен имунитет* со кои човекот се заштитува. Но, и покрај сите овие природни бариери, сепак некои патогени елементи можат да навлезат во крвта со што се поттикнува реакција на продукција на антитела, од страна на организмот. Со тоа се активира *специфичниот имунитет* на организмот (слика 3.8).

Отпорноста на организмот кон предизвикувачите на инфективните процеси во организмот, се дефинира како имунитет. Одбраната на организмот се остварува преку неспецифичен и специфичен имунитет.

Неспецифичен имунитет

Неспецифичниот имунитет, покрај другото, се остварува и со продукција на интерферон или преку фагоцитоза:

Сите фактори на коагулација се меѓусебно зависни, така што отсуството на кој било од нив може да доведе до тешко искрвавање.

Затворањето на повредата на крвниот сад настанува со формирањето на коагулумот.

Хемофилијата е наследна болест која настанува како резултат на отсуство на антихемофилен фактор на коагулацијата.

Хепаринот е антикоагулант кој ја спречува коагулацијата во крвните садови.

Суѓесџии за наџавникоџ:

Со цел учениците да добијат јасна претстава за имунолошките реакции антиген-антитело, демонстрирајте реакција на аглутинација на крвта со џесџ серум-А и џесџ серум-Б.

Имунитетот е способност на организмот да се одбрани од предизвикувачите на инфекции.

Постои специфична и неспецифична одбрана на организмот.

Во неспецифичната одбрана од микроорганизми учествуваат: кожата и слузокожата на органите за дигестија и респирација, протеинските молекули од интерферон и фагоцитарните клетки.



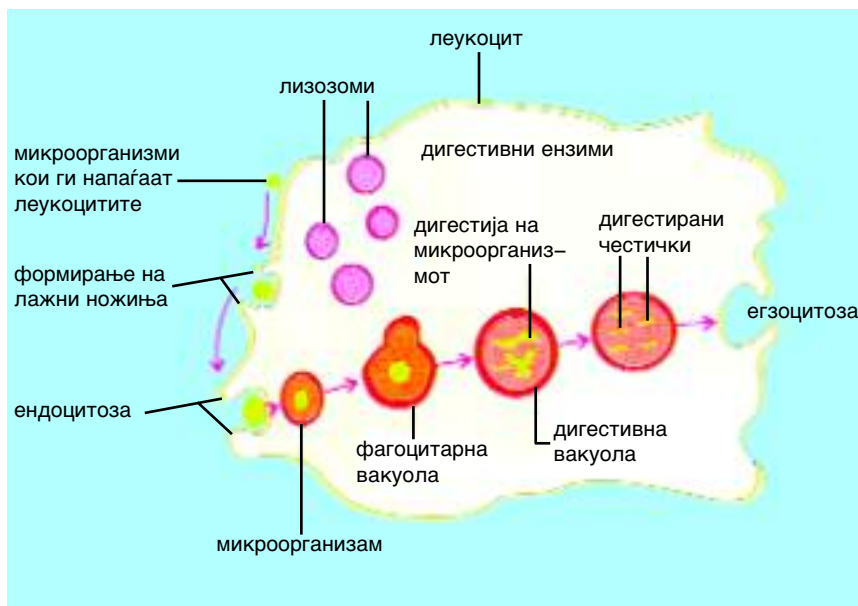
Сл. 3. 8. Неспецифична и специфична одбрана на организмот.

а. **Интерферонот** е поим, со кој се означуваат протеинските молекули, кои ги продуцираат органите, заразени од вируси. Негова задача е да го инактивира вирусот;

б. **Фагоцитозата**, рековме дека е особина на леукоцитите, особено моноцитите и неутрофилните леукоцити. Тие се вклучуваат во одбраната на организмот од бактериски инфекции по пат на фагоцитоза (слика 3.9).

Интерферонот учествува во инактивација на вирусите.

Фагоцитарната активност на моноцитите и неутрофилните еритроцити не заштитува од бактериски инфекции.



Сл. 3.9. Тек на фагоцитозата.

Специфичен имунитет

Специфичниот имунитет се базира на имунобиолошки реакции од типот антиген-антитело во кои учествуваат специфичните протеини имуноглобулини. Во зависност од начинот на имунолошкиот одговор може да биде хуморален и клеточен:

Специфичниот имунитет се базира врз имунолошките реакции антиген-антитело.

Хуморалниот имунитет во организмот се поттикнува преку внесување на комплексни молекули со различна хемиска природа, кои со заедничко име се наречени антигени.

Антигените се најчесто протеински молекули, со голема молекулска маса или полисахариди и масти. Како антигени може да се однесуваат и отрови од змии и инсекти, честички од полен, прав, па дури и крвни клетки или бактериски клетки и нивни токсини и др. Во организмот се однесуваат како непознати-туѓи честички, кои се доста резистентни и затоа можат да опстанат подолго време во него. При тоа предизвикуваат реакција на организмот на создавање на специфични антитела, кои се вклучуваат во одбраната на организмот.

Антителата се глобуларни протеини, познати како имуноглобулини, кои се синтетизираат од страна на плазма клетките. Сите антитела на површината од молекулот имаат специфични региони преку кои ги препознаваат специфичните антигени, се поврзуваат со нив и на различен начин ги инактивираат.

Реакција антиген-антитело

Антителата структурно се совпаѓаат со своите антигени. Тие меѓусебно се поврзуваат во комплекс антиген-антитело, според принципот на клуч-брава, после што го оневозможуваат штетното делувањето на антигенот (слика 3.10). Разликуваме четири различни реакции антиген-антитело:

- ♦ **аглутинација** е реакција на слепување на бактериски клетки како антигени, со антителата, кои заедно формираат големи агрегати. Тие не можат да ја напуштат клетката, и се елиминираат со фагоцитоза од страна на фагоцитите. Овој тип реакција е типична и за еритроцитите, која се применува во трансфузиологијата (Тема 8);

- ♦ **преципитација** или таложење, е имунолошка реакција која се остварува кога антигените се во течна состојба;

- ♦ **лизирање** во кое, антителото ја разложува клеточната мембрана на антигенот со што настанува негово дезинтегрирање во крвта и

- ♦ **неутрализација**, е реакција на создавање на комплекс меѓу антителото и антигенот (токсин или вирус), во која антителата ги блокираат токсичните групи на антигенот, спречувајќи го неговото штетно дејство. Подоцна и овој комплекс се фагоцитира.

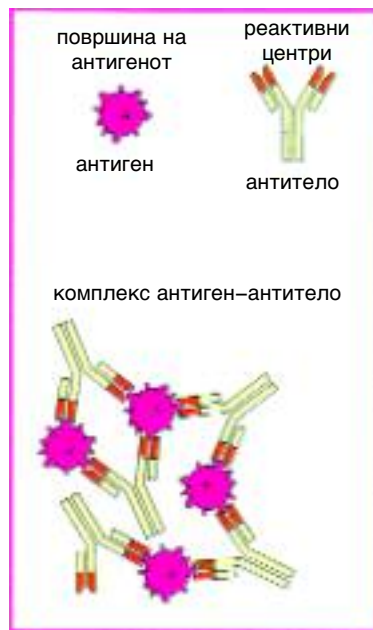
Хуморалниот имунитет е поттикнат со внесување на антиген.

Антигените се различни хемиски соединенија, клетки, токсини и др., кои внесени во организмот поттикнуваат на имунолошки одговор, создавање антитела.

Антителата се имуноглобулини кои содржат региони за препознавање и поврзување со антигенот.

Реакцијата антиген-антитело, подразбира специфично поврзување на антигенот со антителото со цел да се спречи неговото штетно дејство.

Реакцијата антиген-антитело се врши преку реакција на аглутинација, преципитација, лизирање и неутрализација.



Сл. 3.10. Имунолошка реакција антиген-антитело.

Клеточен имунитет

За време на ембрионалниот развој лимфоцитите кои се формираат во коскената срцевина се недиференцирани клетки (лимфобласти). Дел од нив се транспортираат до тимусната жлезда, каде престојуваат извесно време при што се трансформираат во *T-лимфоцити*, кои учествуваат во клеточниот имунитет. Кон крајот на феталниот развој, *T-лимфоцитите* преку лимфотокот преминуваат во лимфните јазли. Тие не се вклучуваат во директна одбрана на организмот, туку активираат една група одбранбени клетки на интензивна фагоцитоза, поради што се нарекуваат „клетки убијци“. *T-лимфоцитите* имаат примарно значење во отфрлањето на трансплантатот од каде доаѓа и нивната значајна улога во трансплантацијата на ткивата и органите.

Дел од лимфобластите, најверојатно во лимфното ткиво на цревата, преминуваат во *B-лимфоцити*, кои се пренесуваат во лимфоидните органи. Тие во контакт со вирусни антигени продуцираат *плазма клетки*, кои се вклучуваат во одбраната преку синтеза на специфични антитела. Еден дел од *B-лимфоцитите* се трансформираат во клетки кои го паметат антигенот (*клетки што меморираат*), така што при повторен контакт со него, веднаш се готови да продуцираат специфични антитела за одбрана (слика 3.11).

Во клеточниот имунитет учествуваат *T* и *B-лимфоцитите*.



T-лимфоцитите се вклучуваат во одбраната преку активирање на „клетките убијци“ на интензивна фагоцитоза.



B-лимфоцитите продуцираат плазма клетки, кои синтетизираат специфични антитела.



Сл. 3.11. Клеточен имунитет

Трансплантација на органи

Трансплантацијата е постапка на пресадување на органи од организам дарител (донор), во организам примател (реципиент). Во основа, трансплантацијата се базира врз имуно-биолошките реакции на организмот. Делот или органот кој се трансплантира (трансплантат), претставува туѓо тело за организмот, значи се однесува како антиген. Аналогно на имунолошката реакција, организмот продуцира антитела кои за покусо или подолго време ќе настојуваат да го отстранат трансплантатот.

Колку е поголемо генетското совпаѓање на трансплантантот со реципиентот, толку е поголема веројатноста органот да биде прифатен од примателот. Меѓутоа успешноста на трансплантацијата зависи и од возраста и здравствената состојба на реципиентот. Тоа значи дека најуспешна трансплантација би можело да се очекува кај здрави, млади луѓе, кога се пресадува ткиво или орган во рамките на истиот организам, или кај еднојајчените близнаци, кои се генетички идентични (тема 8). На сликата 3.12 се прикажани четири можни видови на трансплантација, од каде самостојно ќе можете да заклучите која од нив ќе има помалку успешен исход.

Стекнување имунитет

Многу често се случува група луѓе, изложени на иста вирусна инфекција дел да подлегнат на болеста додека останатите да покажат поголема отпорност. Отпорните на инфекции побрзо создават имуноглобулини и потешко се заразуваат и заболуваат. Организмот на човекот пред раѓањето, во преднаталниот период се подготвува за одбрана на организмот од првиот контакт со антигените во непосредната околина. Овој преднатален имунитет е условен од расата, полот и од наследни предиспозиции.

Во зависност од тоа дали имунолошкиот одговор на организмот се базира врз природен или вештачки создадени антитела разликуваме природен и вештачки имунитет (табела 3.1).

Табела 3.1 Видови имунитет:

Природен имунитет		Вештачки имунитет	
Активен имунитет	Пасивен имунитет	Активен имунитет	Пасивен имунитет
Продукција на антитела по преležана болест.	Внесување на готови антитела од мајката.	Продукција на антитела по примање на вакцина.	Внесување на готови антитела од донор.

Трансплантацијата е постапка на пресадување на органи од организам дарител на организам примател.

автотрансплантација



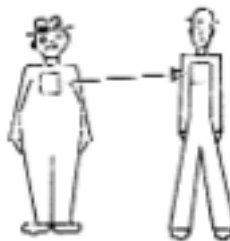
иста единка

изотрансплантација



еднојајчени близнаци

алотрансплантација



ист вид (генетски различни)

ксенотрансплантација



друг вид (генетски различни)

Сл. 3.12. Типови на трансплантација.

Трансплантацијата на органите ќе биде поуспешна доколку е поголемо генетското совпаѓање на трансплантантот со примателот.

1. **Природниот имунитет** може да се стекнува активно и пасивно.

- **Активно стекнаи природен имунитет**, се создава по прележана болест во која организмот самостојно се вклучил во создавање на специфични антитела (слика 3.13. а).

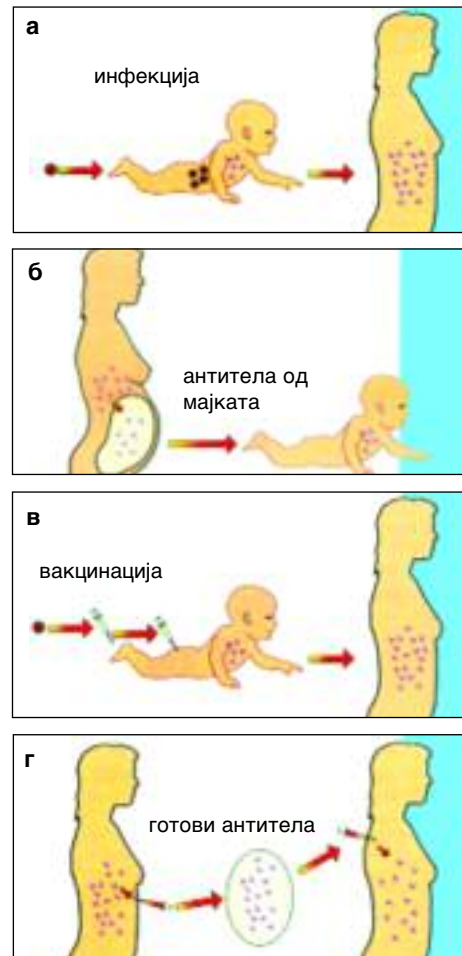
- **Пасивно стекнаи природен имунитет**, настанува со пренесување на готови антитела преку плацентата, за време на преднаталниот период, или преку млекото кај новороденчето (слика 3.13. б). Овој имунитет се губи првите месеци од животот на детето.

2. **Вештачкиот имунитет** исто така може да биде активно и пасивно стекнат.

- **Активно стекнаи вештачки имунитет** настанува по вакцинирање кога организмот како реакција продуцира специфични антитела. Овој имунитет трае подолго. (слика 3.13.в).

- **Пасивно стекнаи вештачки имунитет** се остварува со внесување на готови антитела преку различни видови крвни препарати, кој исто така е со привремено значење (слика 3.13. г).

Одбраната на организмот е привремена, затоа што активност на имуноглобулините ослабува и тие за различно време се метаболизираат. На овој начин се толкува потребата од ревакцинација и повторувањето на исти инфекции за кус временски период. Треба да се знае дека и најотпорниот организам може да подлегне на инфекцијата ако количината и вирулентноста на антигенот е екстремно голема.



Сл. 3.13. Природен и вештачки имунитет

Активниот имунитет настанува во случаи кога организмот по контактот со антигенот самостојно учествува во создавањето на антителата.

Природниот имунитет може да се добие од мајката и трае по неколку месеци по раѓањето, или да се стекне по прележана болест.

Внесувањето на вакцини или препарати од готови антитела во организмот создаваат вештачки имунитет.

Пасивно стекнатиот имунитет настанува преку внесување на готови антитела.



ЗА ОНИЕ КОИ САКААТ ДА ЗНААТ ПОВЕЌЕ

Вакцини

Вакцинацијата е процес на активна вештачка имунизација на организмот. Се извршува со внесување на вештачки подготвени антигени од различни предизвикувачи на болести. Целта е да се стимулира организмот на продукција на антитела што ќе му обезбедат на човекот имунитет на подолго време. Постојат повеќе типови вакцини, од кои универзална примена имаат вакцините од мртви микроорганизми, вакцини од живи микроорганизми и вакцини од анатоксини. Од практични причини некои од вакцините се подготвуваат како комплекс од неколку вакцини наречени комбинирани вакцини. Таков е примерот со Ди-Те-Пер вакцината. Вакцините кои овозможуваат имунитет на подолг период се прикажани во табелата. Од сите типови вакцини, живите вакцини имаат предност по тоа што микроорганизмите ја задржуваат способ-

носта за размножување, но не можат да предизвикаат инфекција. Репродуктивната моќ одржува во организмот постојано антигенско надразување.

Видови вакцини	Некои карактеристики
Ди-Те-Пер (Ди-дифтерија) (Те-тетанус) (Пер-Магарешка кашлица)	Комбинирана вакцина од мртви клетки на предизвикувачот на магарешката кашлица и дифтеричниот и тетанусниот токсин. Бактериски вакцини кои се даваат од 1–6 година од животот.
Тетанус	Може да се даде на која било возраст, во форма на тетанусен анатоксин, како самостојна вакцина или комбинирана. Ако нема потреба се дава на 10 годишна возраст.
Тифус и Паратифус	Мртви бактериски вакцини кои се даваат на секоја возраст од 3 до 40 години.

КРВНИ САДОВИ

Во системот за циркулација крвта минува низ срцето и крвните садови. Крвните садови (артерии, вени и крвни капилари) се цевчести мускулни органи, кои се разгранети низ целото тело, освен во ’рскавичните делови од органите и рожницата на окото.

Артерииите (*arteriae*) ја изнесуваат крвта од срцето. Нивниот ѕид е изграден од три слоја (надворешен, среден и внатрешен).

- *Надворешниот слој* се состои од сврзно ткиво, кое ги поврзува крвните садови со околните ткива;

- *Средниот слој*, изграден е од подебел слој мазни мускули, кои му даваат поголема еластичност на крвниот сад. Затоа при повреда на артериски крвен сад, крвта истекува во силен млаз;

- *Внатрешниот слој* е претставен со еднослоен епител, наречен ендотел.

Артериите обично се поставени подлабоко во телото, покрај коските, а над нив се расположени скелетните мускули. На својот пат од срцето до органите артериите се разгрануваат, поаѓајќи од најголемиот артериски сад-*аортата*, преку артериите со помал дијаметар, до најмалите

Артериите, вените и капиларите се крвни садови од системот за циркулација.

Крвните садови кои излегуваат од срцето се наречени артерии, додека сите крвни садови што ја враќаат крвта во срцето се наречени вени.

Најголем артериски сад е аортата.

Артериите и вените се изградени од трислоен ѕид, кој кај артериските садови содржи подебел слој мазни мускули.

Артериите, со исклучок на белодробната, се крвни садови кои ја изнесуваат оксидираната крв од срцето.

артериски гранки- артериоли, кои на крајот завршуваат со капиларите. (слика 3.14. 2. и 3.14. 3.)

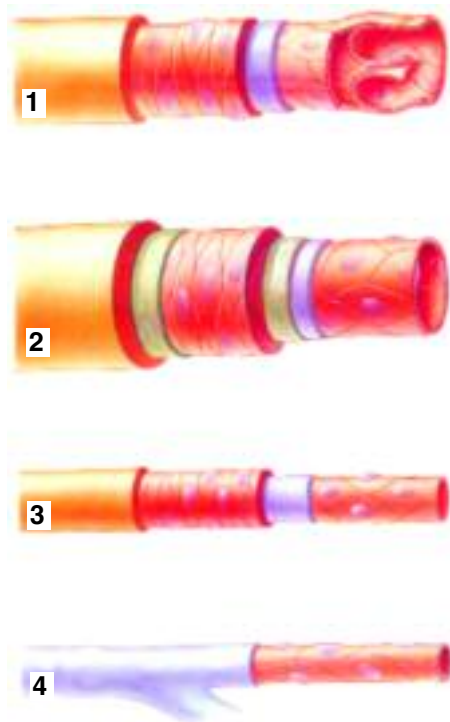
Сите артериски садови, со исклучок на белодробната артерија, носат крв збогатена со кислород (оксидирана крв). Артериските и венските крвни садови меѓу себе се поврзуваат преку капиларите.

Вениите (*venae*), ја враќаат крвта до срцето од сите делови на телото. Во крвната мрежа, човекот има повеќе венски од артериски садови. Просечно на една артерија доаѓаат два венски сади. Вените слично се градени како артериите, но постојат и некои разлики. Така, тие имаат поголем дијаметар и средниот мускулен слој е потенок, што го прави ѕидот нееластичен (слика 3.14. 1). Затоа при повреда нивните ѕидови се слепуваат и крвта бавно истекува. Внатрешниот слој кај вените формира клапи (залистоци - *valvulae*), кои придонесуваат крвта која пасивно поминува низ нив да не се враќа назад.

При попуштање на мускулните ѕидови, крвниот сад се проширува со што доаѓа до појава на попуштени вени. Ова нарушување е очигледно поради површинската положба на венските садови во телото.

Сите венски садови (со исклучок на белодробните вени), од ткивата до срцето, носат крв збогатена со јаглероден диоксид (редуцирана крв). Тие се формираат по принцип на собирање така што на крвните капилари се надоврзуваат венулите. Тие се садови со најмал дијаметар кои се собираат во вени што се влеваат во двата најголеми венски сади, поточно во горната и долната празна вена, кои ја носат редуцираната крв во срцето.

Крвните капилари се садови со дијаметар од 5-25 μ . Тие се изградени само од ендотел. Крвта низ нив минува многу бавно, со што се овозможува преминување на молекулите од крвта во меѓуклеточна течност и обратно (слика 3.14.б).

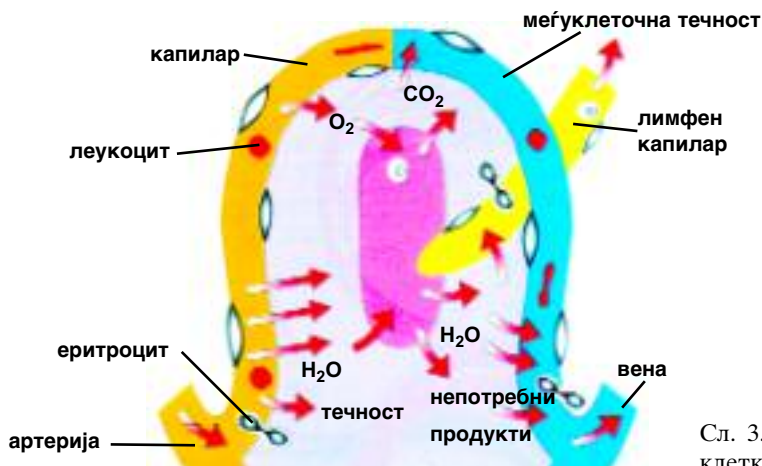


Сл. 3.14. а. Градбата на крвните садови: 1. вена (трислоен ѕид), 2. артерија, 3. артериола и 4. капилар.

Вените поради потенциот мускулен ѕид се помалку еластични и содржат клапи.

Сите венски садови со исклучок на белодробните вени носат редуцирана крв во срцето.

Капиларите се изградени од еднослоен епител ендотел, кој го овозможува транспортот на материите и гасовите меѓу крвта и клетките и обратно.



Сл. 3.14. б. Движење на материите меѓу крвта и клетките преку капиларите.



ЗА ОНИЕ КОИ САКААТ ДА ЗНААТ ПОВЕЌЕ

Атеро и артериосклероза

Атеросклерозата е состојба на крвните садови што настанува како последица на напластување на масти и Ca^+ јони на ѕидот од крвните садови. Со тоа тие стануваат крути и нееластични. Губењето на еластичноста на крвните садови се нарекува артериосклероза и обично на оваа болест се надоврзува покачениот крвен притисок и ризикот од инфаркт. Причините за појава на артериосклерозата е нарушен метаболизам на мастите во организмот. Во однос на болестите

на кардиоваскуларниот систем најризична група претставуваат луѓето со поголема телесна тежина и пушачите.



Крвен сад со наталожени масти.

ГРАДБА И ФИЗИОЛОГИЈА НА СРЦЕТО

Градба на срцето

Срцето (cor или cardia) е шуплив мускулен орган кој е сместен во градната празнина, меѓу двете белодробни крила (mediastinum), над дијафрагмата. Има форма на тристрана пирамида, со врвот завртена надолу и налево. Кај возрасен маж има тежина од 280-340 г, додека кај жените е нешто полесно и тежи од 230-280 г. Срцето лежи во срцевото кесе (pericardium), кое има заштитна функција.

Ѕидот на срцето е изграден од три слоја:

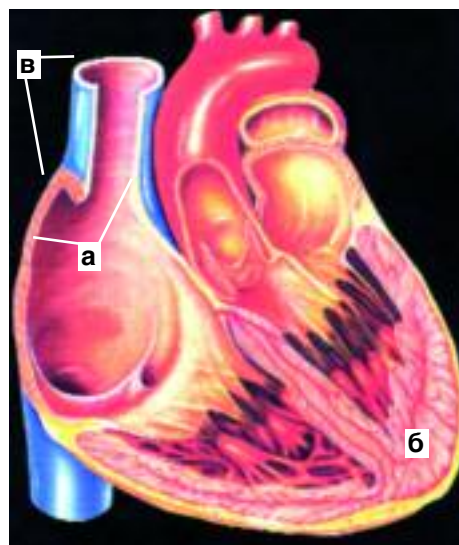
- ◆ **надворешен слој** (epicard), кој е претставен од сврзно ткиво;
- ◆ **среден**, мускулен слој (myocard), кој се состои од срцево мускулно ткиво (Тема 1.). Тој е функционално најзначаен слој за движењето на крвта од срцето во крвните садови, и
- ◆ **внатрешен** (endocard), изграден од ендотел кој преминува и во крвните садови (слика 3.15.а).

Внатрешната шуплина на срцето, со една надолжна мускулна преграда е поделено на лева и десна половина. Низ десната циркулира редуцирана крв, додека низ левата половина на срцето поминува оксидираната крв. Ова дава основа за формирање два кардио-васкуларни патишта во телото, опфатени со поимот **белодробен** или **мал крвоџок** и **шелесен**, односно **голем крвоџок**.

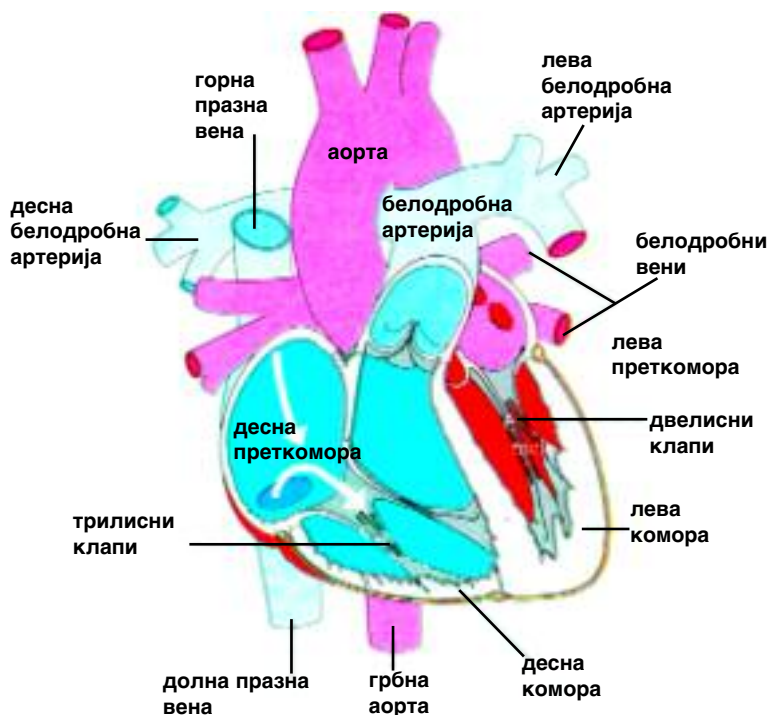
Следејќи ја слика 3.15. б., може да се види дека секоја половина од срцето, преку ендотелни клапи е поделена на

Суѓесџии за наставничкоџ:

За џодобро џроучување на џрадбаџиџа на срцеџо и крвниџе садови, организираџиџе заедно со учениџиџе час за дисекџиџа. За џџаа цел обезбедџе неколку објекџиџи и џрибор за дисекџиџа. Даџиџе џреџиџни инсџџрукџиџи за дисекџиџа на срцеџо. За џроучување на џрадбаџиџа на срцеџо и крвниџе садови корисџиџеџе џи сликиџе од учебничкоџиџе.



Сл. 3.15.а. Градба на срцето: а. трислоен ѕид а. ендокард, б. миокард, в. епикард.



Сл. 3.15. б. Градба на срцето: компоненти на срцето и крвните садови

преткомори (atrium) и *комори* (ventriculus). Тие меѓусебно комуницираат со отвори. Преткоморите се наоѓаат горе, а коморите долу. Мускулните ѕидови на преткоморите се потенки од тие на коморите. Оваа разлика е разбирлива ако се знае дека крвта од преткоморите преминува во коморите, каде во движењето на крвта значаен удел има и гравитационата сила. Левата преткомора, е одделена од левата комора со двелисни клапи, додека меѓу десната преткомора и десната комора се наоѓаат трилисни клапи. Мускулниот ѕид на левата комора е подебел од оној во десната половина на срцето поради пумпањето на крвта која треба да го опфати движењето во телесниот крвоток. Залистоците во срцето имаат улога да го спречат враќањето на крвта од коморите во преткоморите и да го одржат еднонасочното движење на крвта во циркулацијата.

Поврзување на срцето со крвните садови

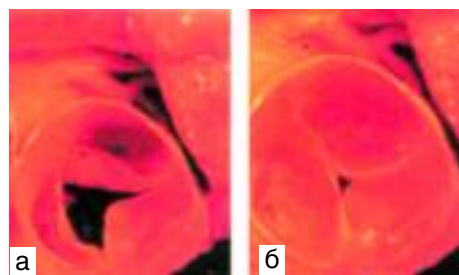
Следете ја сликата 3.16 и проучете го патот на движењето на крвта во срцето.

- ◆ **Во десната преткомора**, редуцираната крв од целото тело се враќа, преку *горната и долната празна вена*.
- ◆ **Во левата преткомора**, оксидираната крв од белите

Сидот на срцето е изграден од три слоја, од кои функционално најзначаен е средниот мускулен слој.

Низ десната половина на срцето циркулира редуцирана, а низ левата оксидирана крв.

Левата и десната половина на срцето со клапи се поделени на лева и десна преткомора и лева и десна комора.



Клапи во срцето а) отворен б) затворен залисток.

Крвта од целото тело се враќа во десната преткомора на срцето.

Белодробната артерија излегува од десната комора и ја пренесува крвта во белите дробови.

Во левата преткомора крвта ја внесуваат четирите белодробни вени.

Крвта од левата комора се пренесува во големиот крвоток преку аортата.

дробови се враќа во срцето преку четири белодробни вени. За белодробните вени се карактеристични полумесечести клапи (слика 3.16.a).

- ♦ **Од деснајќа комора**, редуцираната крв ја изнесува белодробна артерија и ја пренесува во белите дробови.

- ♦ **Од левајќа комора** оксидираната крв се испумпува преку аортијата во големиот крвоток. Аортата исто така е одделена од комората на срцето со залисток (слика 3.16.б).

Центри за автоматизирана инервација на срцето

Срцето има способност самостојно да се контрахира. Во врска со тоа, во сидот на миокардот, се содржат два нервни јазли и еден сноп од нервни влакна. Тие учествуваат во создавањето и спроведувањето на нервните импулси за автоматска контракција на срцевиот мускул. На слика 3.17 можете да ја видите нивната положба, и тоа:

- ♦ Во десната преткомора, до утоката на горната празна вена е сместен **синусниот јазол**, (Keith-Flack-ов или К-А јазол);

- ♦ Во долниот дел на десната преткомора е сместен **преткоморно-коморниот А-В јазол** (Aschoff-Tawara);

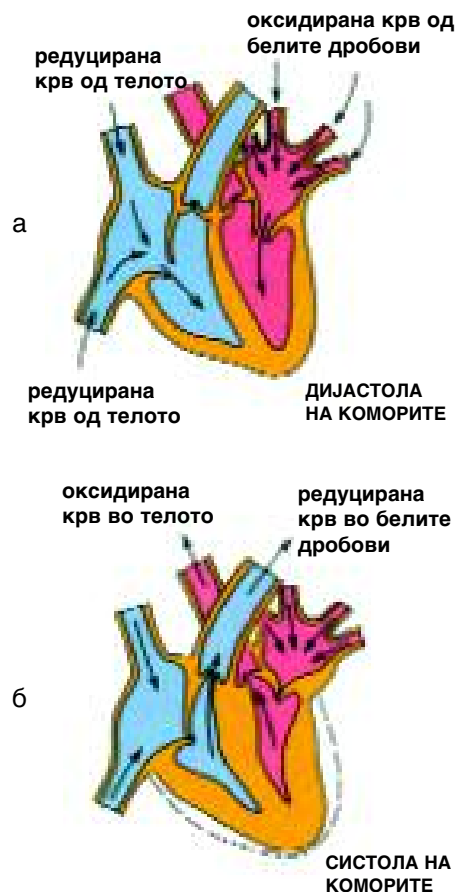
- ♦ **His-овиот сној**, поаѓа од А-В јазолот, минува низ мускулната преграда на коморите и се разгранува на две гранки. Тие завршуваат со Пуркиниевите нишки, во сидовите на коморите.

Автоматизам на срцевата работа

Автоматската работа на срцето е способност на срцето да се контрахира под дејството на импулсот што се создава во **синусниот јазол**, кој е наречен **предводник на срцевиот ритам**. Од честотата на нервните импулси во синусниот јазол зависи фреквенцијата на срцевата работа. Патот на ширењето на нервниот импулс низ срцето и неговата автоматска контракција (слика 3.17) се одвива по следниот редослед:

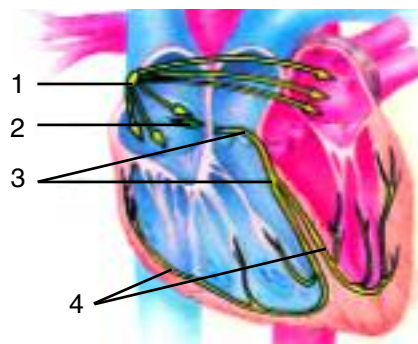
- ♦ Нервниот импулс се создава со навлегувањето на крвта од горната празна вена, во десната преткомора на срцето. Тогаш во синусниот јазол се создава нервен импулс кој се шири низ преткоморите до преткоморно-коморниот јазол. Брзината на движењето е околу 1m/sec. Брзото движење на нервниот импулс овозможува едновремена контракција на двете преткомори.

Од преткоморно-коморниот јазол нервниот импулс се движи бавно, со брзина од 0.2m/sec, со што започнува кон-



Сл. 3.16. Движење на крвта низ срцето: а. во преткоморите и б. во коморите

Срцето под дејство на импулсот што се создава во миокардот има способност за автоматска контракција.



Сл. 3.17. Нервно-мускулен спроводен систем на срцето: 1. синусен јазол, 2. преткоморно-коморен јазол, 3. Хисов сноп 4. Пуркинијеви нишки

тракцијата на коморите, а завршува контракцијата на преткоморите.

♦ Од Хисовиот сноп, нервниот импулс поминува преку Пуркиниевите нишки кон врвот на срцето. Овде, тој се движи најбрзо (4 m/sec), со што мускулатурата на коморите едновремено се контрахира и крвта се испумпува во крвните садови.

Кога низ срцето минува нервниот импулс, срцето е ненадразливо. Овој период се означува како *рефрактерен период на срцејо*.

Центрите за автоматска контракција на срцето се претставени со: синусниот јазол, Keith-Flack-ов јазол, Aschoff-Tawara јазол и Hiss-овиот сноп.

Нервниот импулс се создава во синусниот јазол.

Контракцијата на преткоморите завршува кога нервниот импулс ќе дојде до преткоморно-коморниот јазол.

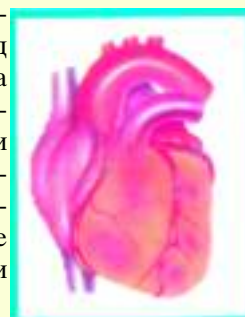


ЗА ОНИЕ КОИ САКААТ ДА ЗНААТ ПОВЕЌЕ

Срцев инфаркт

Срцевиот инфаркт е честа и сериозна болест. Настанува како последица на затнување на крвните садови во коронарниот крвоток, со грутки од крв (тромбови). Со тоа се спречува снабдувањето на срцето со хранливи материи и кислород. Оштетувањето што ќе настане во погодениот регион на срцето, во некои случаи завршува со

хирурска интервенција. За-чепениот дел од крвниот сад се заменува со дел од вена или артерија (by-pass). Инфарктот може да настане и во циркулацијата на останатите витални органи на пример во мозокот, во белите дробови, мускулите и други органи.



Физиологија на срцето

Срцева револуција (Срцев циклус)

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

- ♦ фаза на контракција на срцето, наречена *систола*,
- ♦ фаза на релаксација на срцето, позната како *дијастола* и
- ♦ *срцева пауза*, која трае од завршетокот на систолата

на коморите до почетокот на систолата на преткоморите. Во оваа фаза срцето се полни со крв.

За време на систолата на преткоморите, коморите се во дијастола и обратно, кога коморите се во систола преткоморите се во дијастола. Следејќи ги етапите од 1-4 може да се забележи следното:

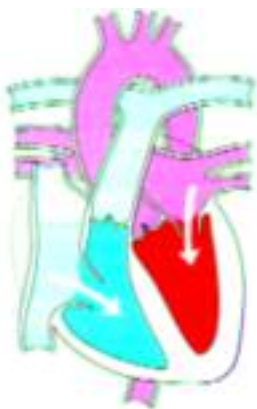
Срцевата револуција се состои од систола (контракција) на срцето, дијастола (релаксација) на срцето и срцева пауза.

За време на срцевата пауза преткоморите се полнат со крв.

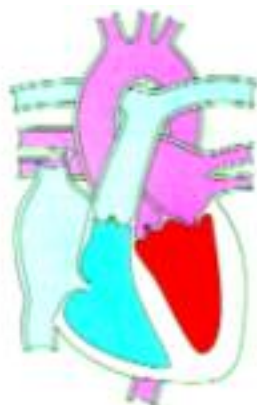
По завршувањето на систолата на преткоморите, преткоморно-коморните клапи се затвораат.



1. етапа: Преткоморите истовремено се полнат со крв:
 - во десната преткомора, редуцираната крв се внесува преку горната и долната празна вена,
 - левата преткомора се снабдува со оксидирана крв преку четирите белодробни вени;



2. етапа: Со систола на преткоморите, крвта се пумпа во коморите, минувајќи преку преткоморно-коморните клапи;



3. етапа: клапите меѓу преткоморите и коморите се затвораат, и се спречува крвта да се врати назад. Потоа, започнува систолатата на коморите. Со тоа се зголемува притисокот на крвта во коморите, со што започнува отворањето на клапите во аортата и белодробната артерија.



Количеството на крв што се пумпа од срцето при систола на коморите во периферната циркулација, се нарекува **ударен волумен (УВ)** на срцето. Тој просечно изнесува од 70-80 ml/крв, за секоја комора.

За една минута низ срцето минува околу 4-5 литри крв, што се означува како **минутен волумен (МВ)**. При мирување (спиене), волуменот на крвта се редуцира за 10%, додека при физичка активност се зголемува на 20-30 литри во минута. Познавајќи ги вредностите на срцевата фреквенција и ударниот волумен на крвта, можете да го пресметате минутниот волумен на крвта преку равенството: $МВ=УВ \times СФ$.

Со систолатата на левата комора оксидираната крв преку аортата се пренесува во големиот крвоток.

Со систолатата на десната комора редуцираната крв се пренесува во белите дробови.

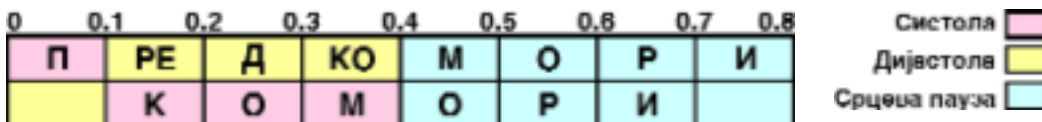


4. етапа: Крвта од десната комора преминува во белодробната артерија, преку која се носи во белите дробови, да се ослободи од јаглеродниот диоксид.

Од левата комора оксидираната крв преминува во аортата, преку која се пренесува низ целото тело.

Секој срцев циклус се состои од една контракција и една релаксација на миокардот, која трае 0,85 секунди. (слика 3.19). Од тоа, преткоморите се контрахираат за 0,15 секунди, додека коморите за 0,30 секунди. За време на останатите 0,40 секунди, срцето е во мирување.

За време од една минута, здравото срце извршува од 70-80 систоли. Тоа ја претставува *срцевата фреквенција* (СФ). Срцевата фреквенција директно зависи од интензитетот на физичката активност.



Сл. 3.19. Временски интервал на систолата и дијастолата на преткоморите и коморите.

Регулација на срцевата работа

Срцевиот циклус е директно поврзан со активноста на секоја индивидуа. Ако знаеме дека активните органи користат 7-8 пати повеќе хранливи материи и кислород од органите што се во мирување, тогаш срцето кое работи повеќе од останатите активни органи има далеку поголема потреба за исхрана и аерација. Снабдувањето на срцето и останатите органи со потребните материи се остварува со автоматската контракција на срцето, меѓутоа со неа, не се овозможува адаптацијата на срцевата фреквенција кон различните состојби на организмот. Оваа функција се остварува главно преку: **нервниот и ендокриниот систем**. Ако ја прочитате внимателно сликата 3. 20, ќе забележите дека:

Срцевиот циклус трае 0,8 sec.

Срцевата фреквенција ја претставува зачестеност на систолите и дијастолите што изнесува од 70-80 пати за една минута.

Работата на срцето е регулирана преку нервен и хуморален пат (преку крвта).

Нервната регулација се извршува преку вегетативниот нервен систем, со тоа што парасимпатикусот ја забавува работата на срцето, додека симпатикусот ја забрзува.

Хуморалната регулација настанува со учество на хормони и минерални соли.

Адреналинот, норадреналинот и тироксинот дејствуваат врз работата на срцето како симпатикус.



Сл. 3.20. При регулацијата на срцевата работа во услови на стрес, следат промените во: преткоморите, коморите, нервно-мускулен спроводен систем, крвни садови на срцето. Срцевата работа се поттикнува преку симпатичките нерви и истовремено се врши вазоконстрикција на крвните садови. Со тоа се покачува крвниот притисок. Покрај тоа, се зголемува лачењето на адреналинот и норадреналинот, кои ја забрзуваат срцевата работа. Исто така се излучува и тироксин кој ја стимулира работата на срцето, преку поттикнување на метаболичната активност. Спротивно на нив, *p. vagus* испраќа импулси за да ја забави работата на срцето, по стресот.

Срцето е инервирано од **вегетативниот нервен систем**:

- ♦ *Парасимпатичкиот дел*, преку нервот скитник (*p. vagus*), учествува во забавувањето на срцевата работа (срцевата фреквенција, спроводливоста на нервниот импулс во миокардот и забавувањето на протоколот на крвта во срцето). Овој нерв поаѓа од центарот за регулација на срцевата работа, во продолжениот мозок.

- ♦ *Симпатичкиот дел* има антагонистичко дејство. Тој преку симпатичките нерви кои поаѓаат од нервниот центар сместен во градниот регион на рбетниот мозок, дејствува спротивно, стимулирајќи ја работата на срцето.

Во различни физиолошки состојби на организмот, доаѓа до преовладување на едниот или другиот дел од системот, со цел да се воспостави нормална ритмика на срцевата работа.

Во **хуморалната регулација** или регулација преку крвта, најголемо значење имаат хормоните и минералните соли.

- ♦ *Хормониите* адреналин и норадреналин од надбубрежните жлезди, како и тироксинот од штитната жлезда, дејствуваат стимулирачки врз работата на срцето. Нивното дејство се совпаѓа со активноста на симпатичкиот нервен систем. Адреналинот исто така ги шири крвните садови во срцето со што ја подобрува неговата исхрана.

- ♦ *Минералниите соли* на калиумот и калциумот имаат спротивно дејство во регулацијата на срцевата работа. Зголемената концентрација на калиум во крвта ја забавува срцевата работа, додека зголемувањето на калциумот ја забрзува.

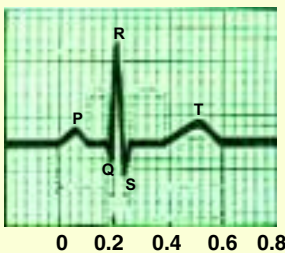
Јоните на калиумот при зголемена концентрација ја забавуваат работата на срцето, додека зголемената концентрација на јоните на калциумот дејствуваат спротивно.



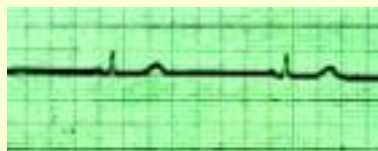
ЗА ОНИЕ КОИ САКААТ ДА ЗНААТ ПОВЕЌЕ

ЕКГ-електрокардиограм

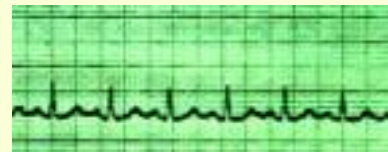
Срцето во услови на мирување е позитивно наелектризирано. Со движење на нервниот импулс се создава бран на деполаризација, кој се шири низ срцето од преткоморите кон коморите. Ова е причина за промена на биопотенцијалот на срцето со што преткоморите стануваат електро негативни. Со ова се создава потенцијална разлика меѓу преткоморите и коморите што доведува до проток на биоструја низ срцето. Оваа потенцијална разлика во срцето може да се регистрира на движечка лента која се нареку-



нормален ЕКГ



брадикардија



тахикардија

ва електрокардиограм (ЕКГ), на кој разликуваме: Р и Т - бранови, Q, R и S запци и PQ (R) - и QT, интервали. Кај **нормален ЕКГ** (прикажан на сликата), малите интервали од почетокот на Р до крајот на Q, ја претставуваат деполаризацијата на преткоморите. Интервалите меѓу Q и Р, како и меѓу S и T, ја претставуваат деполаризацијата на коморите.

Електрокардиограмот ни дава информации поврзани со промените во: срцевата фреквенција, неговиот ритам, дистрибуцијата на импулсите, реполаризацијата на срцето. Промените во срцевиот ритам кои доведуваат до забрзана работа на срцето се познати како **тахикардија**, додека забавената срцева работа е позната како **брадикардија**.

Циркулација на крвта низ крвните садови

Белодробен-мал крвоток

Белодробниот крвоток го опфаќа патот на движењето на крвта меѓу срцето и белите дробови (слика 3.21).

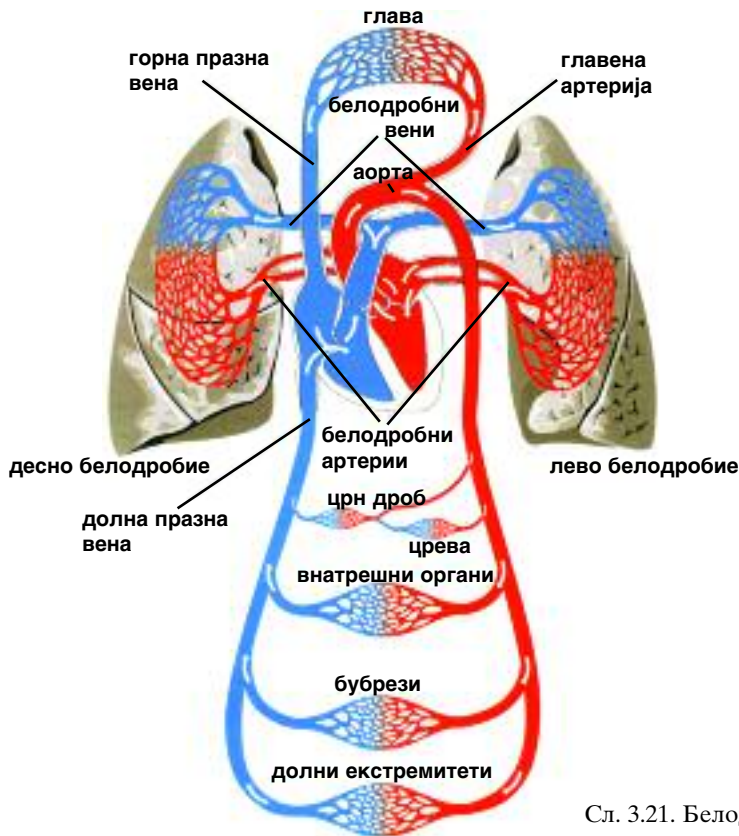
- ◆ Почнувајќи со систолата на комората, редуцираната крв се пумпа во белодробната артерија;
- ◆ Над срцето белодробната артерија се разгранува на две гранки, преку кои крвта се пренесува во двете белодробни крила;
- ◆ Белодробните артерии се разгрануваат на артериоли кои преминуваат во мрежата од капилари;
- ◆ На ниво на капиларите настанува размената на гасовите меѓу крвта и белите дробови. Така настанува дифузијата на јаглеродниот диоксид во белите дробови, а од нив во обратна насока дифундира кислородот во крвта;
- ◆ На капиларната мрежа се надоврзуваат венулите, кои се влеваат во четирите белодробни вени;
- ◆ Оксидираната крв во левата преткомора, се враќа преку четирите белодробни вени.

Суѓестии за наставничкиот:

За секој ученик одделно, подготвите фойокојии од циркулатиорниот систем кај човекоји. Поделете им ги пред крајот на часот:

1. Да го означат со стрелки патиот на движењето на крвта; во малиот и големиот крвоток;
2. користејќи ја сликата 3.24, да ги регистрираат вредностите на опаѓањето на крвниот притисок долж крвните садови;
3. да објаснат како се движи крвта во венскиот дел од телесниот крвоток.

Малиот крвоток го опфаќа патот на крвта од срцето од белите дробови.



Сл. 3.21. Белодробен и телесен крвоток.

Малиот крвоток започнува од десната комора. Редуцираната крв се пренесува до белите дробови. Тука настанува размената на гасовите. Оксидираната крв се враќа во левата преткомора.

Телесен-голем крвоток

Телесниот крвоток го опфаќа патот на движењето на крвта од левата комора на срцето до сите делови на телото и враќањето на крвта во десната преткомора. За подоро проучување следете го на сликата 3.21 излегувањето на оксидираната крв од левата комора во *аортијата*, каде:

- ♦ од *нагорниот дел на аортијата* се издвојуваат две коронарни артерии, кои носат крв во срцевиот (коронарен) крвоток;
- ♦ од *лакот* на *аортијата* се одделуваат три крвни садови, кои ги снабдуваат со крв главата, вратот и рацете;
- ♦ од *градниот дел* се одделуваат артерии за сите органи во градната празнина, освен за белите дробови (слика 3.21.);
- ♦ *аортијата*, откако ќе ја помине дијафрагмата, преминува во *стомачнајата аортија*. Од неа се одделуваат артерии за сите органи во стомачната празнина (цревата, црниот дроб и другите органи), снабдувајќи ги со хранливи материји и кислород;

Големиот крвоток го опфаќа патот на крвта меѓу срцето и ткивата.

Артерискиот дел започнува со аортата која формира лак на аортата. Тој преминува во градната, стомачната и на крајот оди во долните екстремитети.

Артерискиот крвоток се формира по принцип на разгранување.

♦ *аортата* во висина на слабинските прешлени, се разделува на две артерии што носат оксидирана крв во долните екстремитети и карлицата;

♦ *сите артерии* се разгрануваат на артериски садови со помал дијаметар, продолжуваат во артериоли кои завршуваат во капиларната мрежа. Преку капиларите настанува размената на хранливите материи и гасовите со клетките, додека од нив, во крвта се преземаат јаглеродниот диоксид и продуктите од метаболизмот. На ниво на капиларите завршува артерискиот дел од системската циркулација и започнува венскиот дел од големиот крвоток.

♦ *венулиите и поголемиите венски садови* ја собираат крвта од: нозете, органите од карличната празнина, бубрежниот и црнодробниот портен систем и преминува во *долната празна вена*. Од горниот дел на телото (од главата, вратот и рацете) крвта се собира во *горната празна вена*. Горната и долната празна вена, заедно ја носат редуцираната крв во десната преткомора на срцето, со што се затвора кругот на големиот крвоток.

Движење на крвта низ крвните садови

Континуираниот тек на крвта во циркулацијата зависи од повеќе фактори. Како најзначајни би ги истакнале: 1. разликата на притисоците меѓу левата и десната половина на срцето, 2. крвниот притисок, 3. отпорот на крвта врз крвните садови, 4. активноста на скелетните мускули 5. присуството на клапи во венските садови и др. Еве во што се состои значењето на секој од нив:

1. **Повисокиот притисок** на крвта во левата комора и аортата, во однос на десната половина на срцето, е причина за *континуирано движење на крвта* во големиот крвоток. Додека *одржувањето на малиот крвоток* настанува како резултат на разликата во притисоците меѓу десната комора и белодробната артерија со левата половина на срцето.

2. **Крвниот притисок** се дефинира како притисок што го врши крвта врз ѕидот на крвните садови, и крвните садови врз крвта. Неговата вредност се разликува за време на систолата и дијастолата на коморите. За време на систолата е повисок и изнесува 16,00 кРа или 120 mm Hg. Се нарекува *систолен* или *висок крвен притисок*. Во дијастолата, крвниот притисок е понизок. Познат е како *дијастолен* или *низок крвен притисок*. Изнесува 10,66 кРа или 80 mm Hg. Според тоа, крвниот притисок кај возрасен здрав човек се движи во границите од 10,66-16,00 кРа (80-120 mm Hg).

Артериските садови со најмал дијаметар завршуваат со капиларна мрежа.

Капиларите ги поврзуваат артериските и венските крвни садови.

Венскиот дел од крвотокот се формира по принцип на собирање.

Преку него редуцираната крв од сите ткива се собира прво од вените со најмал дијаметар. Потоа оди кон поголемите крвни садови и на крајот завршува со горната и долната празна вена, кои се влеваат во десната преткомора.

Разликата на притисоците во левата и десната половина во срцето го овозможува одржувањето на големиот и малиот крвоток.

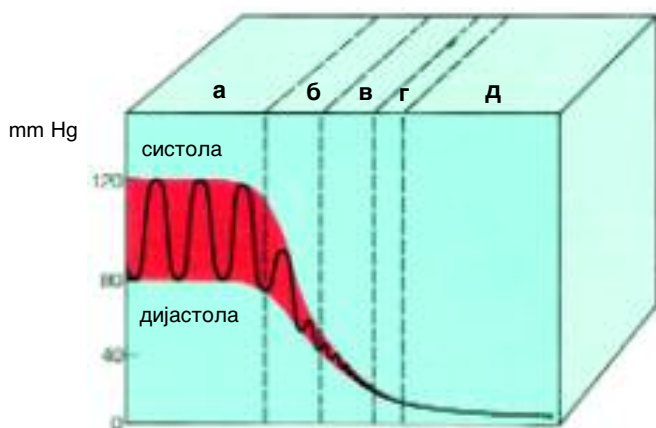
Притисок кој го врши крвта врз ѕидот на крвните садови го овозможува движењето на крвта во артерискиот дел од крвотокот.

Нормалните вредности на крвниот притисок изнесува 16,00кРа за систолниот и 10,66кРа за дијастолниот.

Пулсот е одраз на срцевата работа врз периферната циркулација и во мирување изнесува од 60-80 отчукувања.

3. Со секоја систола, срцето под голем притисок уфрла крв во аортата. Тоа предизвикува истегнување на нејзиниот еластичен ѕид. Со дијастолата, ѕидовите на аортата се враќаат во првобитната положба. Овие промени на количината на крв во аортата, како осцилации се движат долж артериските крвни садови и можат да се почувствуваат на поголема оддалеченост од срцето. Ритмичкото подигнување и спуштање на ѕидот на артериските садови што се совпаѓа со ритмот на срцевата работа се нарекува *артериски ѝулс*.

Притисокот на крвта е најголем во аортата и постепено опаѓа одејќи кон периферните делови на циркулацијата. Најзабележливо е опаѓањето на притисокот во артериолите, затоа што со намалувањето на нивниот дијаметар расте отпорот на крвта во нив. На сликата 3.22 може да се види дека крвниот притисок кон капиларите опаѓа, а во венските садови е најмал. Па така, кога крвта преку вените ќе дојде во десната преткомора, притисокот во неа ќе биде еднаков на нула.



Сл. 3.22. Вредности на крвниот притисок во одделни делови од телесната циркулација: а) артерии, б) артериоли, в) капилари, г) венули и д) вени.

4. Во венскиот дел од големиот крвоток скелетните мускули и клапите имаат најголем удел во движењето на крвта. Контракцијата на мускулите што се распоредени околу крвните садови го помагаат движењето на крвта, спротивно на гравитационите сили. Клапите во ѕидовите на венските садови, го овозможуваат еднонасочното движење на крвта, од долниот дел на телото кон срцето (слика 3.23). Долгото стоење може да доведе до појава на отоци на нозете. Состојбата се надминува со соодветен одмор или движење.

Притисокот е најголем во близина на аортата и опаѓа со намалувањето на дијаметарот на крвните садови.

Во венскиот дел од циркулацијата поради отсуство на притисок, крвта се движи со активноста на мускулите и клапите во венските садови.



Сл. 3.23. Еднонасочно движење на крвта во вените, со контракција на скелетните мускули и спречување на враќањето на крвта со затворање на клапите.



ЗА ОНИЕ КОИ САКААТ ДА ЗНААТ ПОВЕЌЕ

Крвен притисок

Нормалните вредности на крвниот притисок се движат во границите од 80-120 mm Hg, каде 80 mm Hg е вредноста на дијастолниот, додека 120 mmHg изнесува систолниот артериски притисок.

Вредностите над 120 mmHg се означуваат како *хипертензија* или покачен систолен крвен притисок, и се јавува како резултат на губење на еластичноста на крвните садови. Кога притисокот е под 120 mmHg се нарекува *хипотензија*.

Хипертензијата се нарекува уште и „тивок убиец“, бидејќи болните не чувствуваат некои симптоми на нарушување на здравјето. По откривањето на хипертензијата, соодветната диета и лекарската терапија можат да им овозможат на болните нормален живот.

Фактори на ризик кај кардиоваскуларниот болест:

1. високо ниво на холестерол во крвта; 2. висок крвен притисок; 3. голема телесна тежина; 4.

недоволна физичка активност; 5. пушење, а може да бидат и:

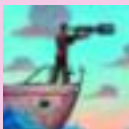
6. шеќерен дијабет; 7. генетска предиспозираност; 8. возраст (колку сте постари толку ризикот е поголем).

Пулс

Поаѓајќи од дефиницијата, логично е дека честеноста на пулсот се совпаѓа со срцевата фреквенција. Пулсот се испитува со палпација на површинските артериски садови кои се лоцирани над коските. Тоа е најчесто радијалната артерија (a.radialis).

Средните вредности на пулсот во мирување се движат од 60-80 удари во минута. Кај новороденчето е многу поголем и изнесува 140 во минута, додека на возраст од 1-2 години се намалува на 110 отчукувања. Кај луѓето над 50 години, пулсот повторно се зголемува. При спиење пулсот се намалува на 50-60 удари во минута. И во текот на денот вредноста на пулсот варира. Меѓу 8 и 11 часот, пулсот покажува највисоки вредности, а најнизок е околу 14 часот.

Со определување на квалитетот на пулсот може да се процени функционалната состојба на срцето и крвните садови.



ИСТРА@УВАЊЕ

Промена на пулсот и крвниот притисок

Хипотензија

Физичкото оптоварување на организмот кај млади здрави луѓе се манифестира со промени во функциите на органите од кардиоваскуларниот систем

Помошни хипотензии

- При физичко напрегање, бројот на систолиите на срцето (СФ-срцевата фреквенција) се зголемува

- Протоколот на крвта низ срцето (минутниот волумен МВ), расте пропорционално со зголемувањето на физичката активност

- Крвниот притисок се зголемува со зголемувањето на срцевата работа

- За релативно кусо време по физичкото оптоварување, вредностите на срцевата фреквенција, а со тоа и на крвниот притисок, се нормализираат.

Потребни предзнаења

1. Познавање на поимите и нивните физиолошки вредности:

- срцева фреквенција (СФ)
- пулс
- ударен волумен на срцето (УВ)
- минутен волумен на срцето (МВ)
- крвен притисок (систолен и дијастолен)

Тек на испражувањето

- Формирајте шест групи од 4-5 ученици

- Поделете ги задолженијата меѓу членовите на групата

- Одберете по двајца ученици од секоја група, кои ќе ја реализираат задачата I, додека останатите ќе ја работат задачата II.

Задача I: Со цел да го утврдите влијанието на физичката активност врз срцевата работа, кај еден од учениците од групата, измерете го пулсот со метод на палпација, за време на мирување и физичко оптоварување од 5 мин. За таа цел, од внатрешната страна на раката, со показалецот, во прегибот на палечната коска, напирајте го пулсот на радијалната артерија. За време од една минута избројте колкав е бројот на отчукувања. Бидејќи пулсот е одраз на срцевата работа во периферните артерии, преку пулсот ќе ја регистрирате срцевата фреквенција (СФ):

1. во мирување - СФ_м = ___/___ min
2. по оптоварување од 5 минути
- СФ_р = ___/___ мин

3. по секоја измината минута, треба да го мерите нормализирањето на пулсот и забележете го времето (Т).

ТСФ = ___/___ min

ТСФ1 = ___/___ min

ТСФ2 = ___/___ min

ТСФ3 = ___/___ min



Задача II: Измерете го крвниот притисок кај друг ученик од групата, во услови на мирување и после физичко оптоварување од 5 минути. Користете го индиректниот (аускулаторен) метод за мерење на крвниот притисок на Коротков. Гуменото перниче од апаратот за мерење крвен притисок, обвиткајте го околу надлактицата, која е поставена во височина на срцето. Со пумпата, повеќепати испумпајте воздух во манжетната. Поставете го стетоскопот во пределот на кубиталната јама (лакотна). Постепено испуштајте го воздухот преку вентилот на пумпата, сè додека не го слушнете првиот тон, кој го регистрирате на скалата. Тоа е систолниот притисок. Постапката продолжува до моментот кога ќе се изгуби тонот на срцевата работа, што го бележиме како дијастолен притисок. Крвниот притисок ќе го мерите во следните услови:

1. во мирување
систолен притисок ___ mm Hg
дијастолен притисок ___ mmHg
2. по оптоварување
систолен притисок ___ mm Hg
дијастолен притисок ___ mm Hg
3. по секоја минута следете за колку време (Т) ќе се нормализира притисокот и забележете ги вредностите при секое мерење.

време Т_р = ___ min

Т_{р1} ___/___ min

Т_{р2} ___/___ min

Т_{р3} ___/___ min

Материјали за работа

- апарат за мерење крвен притисок (свингоманометар)
- стоперка
- прибор за пишување и ленир

Евидентирање и обработка на податоци

Вредностите добиени за срцевата фреквенција (СФ_м и СФ_р), користете ги за пресметување на минутниот волумен (МВ) на срцето, според равенството:

$$МВ = УВ \times СФ \text{ ml/крв (УВ=70 ml/крв)}$$

$$МВ_м = \text{___ ml/крв} \quad МВ_р = \text{___ ml/крв}$$

2. Претставете ја графички промената на вредноста СФ, почнувајќи од СФ_м преку мерењата (ТСФ1, ТСФ2, ТСФ3...) за нормализирање на срцевата работа, за секоја минута од мерењето.

3. Вредностите добиени од мерењето на крвниот притисок во услови на мирување и по оптоварувањето, вклучувајќи ги мерењата на времето за нормализирање на крвниот притисок, претставете ги графички.

Насоки за заклучување

1. Објаснете ги промените и регулацијата на срцевата работа при :

- брзо трчање;
- возбуда;
- обилно искрвавање

Кратка содржина на темата

1. Кај човекот се среќаваат два циркулаторни системи, крвен и лимфен. Крвниот е од затворен тип и учествува во транспортот на кислород, хранливи материи до клетките и крајни продукти од метаболизмот (вклучувајќи го и јаглеродниот диоксид), од нив. Во неговата градба влегуваат крвни садови, мускулен орган-срце и крв. Крвта, движејќи се низ органите на овој систем ја остварува транспортната улога. Таа е течно ткиво кое се состои од крвна плазма и крвни клетки: еритроцити, леукоцити и тромбоцити. Еритроцитите содржат хемоглобин, со кој го остварува транспортот на кислородот. Леукоцитите се одговорни за одбрана на организмот од инфекции, додека тромбоцитите преку коагулацијата на крвта учествуваат во хемостазата. Крвната плазма содржи: вода, плазматични протеини, електролити, продукти од дигестијата и метаболизмот и растворени гасови.

2. Лимфниот систем е од отворен тип и учествува во транспортот на мастите и одбраната. Се состои од лимфа, лимфни садови, и лимфоидни органи (лимфни јазли, слези на, градна жлезда-тимус, крајници, и делови од лимфоидното ткиво во тенкото црево и апендиксот на дебелото црево). Лимфата содржи течен дел, лимфна плазма и клетки лимфоцити, кои се одговорни за клеточниот имунитет на организмот.

3. Способноста организмот да се одбрани од внесениите туѓи честички (антигени) наречена е имунитет. Постои неспецифичен и специфичен имунолошки одговор на организмот. Неспецифичниот се темели врз заштитната функција на неоштетената кожа, слузокожата (слузница) на органите за дигестија и респирација, како и на антибактериското дејство на нивните секрети. Специфичниот имунитет се однесува на одбранбената улога на одделните видови бели крвни клетки и антителата што ги продуцираат некои од нив. Имунолошката реакција се остварува преку односот антиген-антитело што се базира на принцип на специфично препознавање на антигенот од страна на антителото. Се извршува според принципот клуч-брава. Имунолошката реакција може да биде од тип на аглутинација, преципитација, лизирање или неутрализација.

4. Трансплантацијата е процес на пресадување на ткива или органи од дарител на реципиент. Прифаќањето на трансплантираниот орган зависи од генетското совпаѓање на дарителот и реципиентот. Отфрлањето на пресаденото ткиво или орган кај генетски оддалечени единки, се базира врз имунолошка реакција од типот антиген антитело.

5. Една од функциите на крвта е коагулацијата, во која учествуваат поголем број фактори на коагулацијата што се содржат или во тромбоцитите (тромбокиназа) или во крвната плазма (протром-

бин и профибрин). Коагулацијата се одвива според принципот на позитивна повратна врска, во каскадна ензимска реакција на факторите од коагулацијата.

6. Кардиоваскуларниот систем се состои од два дела: голем (телесен) и мал (белодробен) крвоток. Во белодробниот крвоток, срцето ја пумпа крвта во белите дробови на реоксидација. Потоа таа повторно се враќа во срцето. Оксидираната крв преку артерискиот дел од големиот крвоток се пренесува до ткивата во кои се предава кислородот. Јаглеродниот диоксид, со редуцираната крв преку венскиот дел од крвотокот се враќа во срцето.

7. Артериите и вените се крвни садови со голем дијаметар, кои го остваруваат транспортот на крвта. Артериите ја буткаат крвта со притисокот од срцевата контракција. Артериолите го регулираат снабдувањето на одделни региони во телото со различно количество крв. Капиларите кои се состојат само од ендотел учествуваат во размената на материите и гасовите меѓу крвта и клетките. Вениите овозможуваат враќање на крвта во срцето. Притисокот на крвта во почетокот на артерискиот крвоток е висок и опаѓа одејќи преку артериолите до капиларите. Во венскиот дел од циркулацијата е незначителен, а најнизок е во десната преткомора. Притисокот што го врши крвта врз сидовите на крвните садови, кој се создава при систола на коморите е наречен систолен-максимален притисок. Притисокот кој ќе преостане после поминувањето на систолата, е наречен дијастолен (минимален) притисок.

8. Срцето со преграда е поделено на лева и десна половина. Секоја од нив со клапи е поделена на два дела, преткомора и комора. Срцето работи на принцип на пумпа, се контрахира (систола на срцето) и се релаксира (дијастола на срцето). Систолатата и дијастолата ја сочинуваат срцевата револуција (срцев циклус). Ритмичката работа на срцето го овозможува циркулирањето на крвта. Во телото редуцираната крв се враќа преку горната и долната празна вена, додека оксидираната крв од срцето се изнесува преку аортата.

Периферниот одраз на срцевата работа, што се изразува преку ритмичкото подигнување и спуштање на сидот на крвните садови се нарекува пулс. Во услови на мирување се движи од 60-80 удари во минута.

9. Најчести болести на кардиоваскуларниот систем се: повишен крвен притисок (хипертензија), артериосклероза, хемофилијата, срцев и мозочен инфаркт, попуштени вени и др. Причините за болестите на овој систем главно се поврзуваат со нарушен масен метаболизам, животниот стил, поврзан со начинот на исхраната (преголемата телесна тежина), како и склоноста кон пушењето, наследниот фактор и др.

Проверете го вашето знаење

1. Наведете некои од функциите на крвта.
2. Кои се клеточните структури на крвта и каква е нивната улога во организмот?
3. Што претставува хемоглобинот и каква улога има ?
4. Наведете ги составните компоненти на крвната плазма!
5. Што претставува анемијата?
6. Кои се крвните протеини и објаснете ја нивната улога во коагулацијата на крвта!
7. Наведете ги функциите на: срцето, кардиоваскуларниот и лимфниот систем!
8. Зошто е ризично трансплантирањето на срцето?
9. Во што се состојат разликите меѓу: отворениот и затворениот систем за циркулација, телесниот и белодробниот крвоток, лимфниот систем и лимфоидните органи?
10. Направете разлика во градбата и функцијата меѓу артериите, вените и капиларите!
11. Споредете ги преткоморите и коморите во нивната градба и функција и направете разлика меѓу левата и десната комора!
12. Зошто се значајни клапите во срцето и венските садови?
13. Објаснете го срцевиот циклус и времетраењето на одделните фази !
14. Кои се нервно-мускулните спроводни центри во срцето и каква улога имаат?
15. Опишете го патот на движењето на крвта во малиот и големиот крвоток?
16. Објаснете ги промените во текот на систолата и дијастолата на срцето!
17. Што може да се случи ако настане коагулација внатре во организмот?
18. Објаснете ја каскадната ензимска реакција на коагулацијата на крвта!
19. Кои крвни садови ја изнесуваат крвта од срцето, каква крв носат, и во кој дел од циркулацијата се влеваат?
20. Кои се крвните садови и од кои делови на телото ја враќаат крвта во срцето? Кои гасови се транспортираат преку нив?
21. Што претставуваат: срцевата фреквенција, пулсот и крвниот притисок!
22. Кои критериуми се користат во класификацијата на леукоцитите и кои типови леукоцити се разликуваат според тоа?
23. Каква е улогата на црниот дроб во коагулацијата?
24. Во што е значењето на интерферонот, моноцитите и Т и Б-лимфоцитите за здравјето на човекот?
25. Дефинирајте ги поимите антигени и антители, објаснете ја реакцијата антиген-антитело и нејзиното значење во одбраната на организмот!



КВИЗ

1. Кои од наведените тези се однесуваат на крвта и лимфата:

- а. исто се обоени
- б. учествуваат во транспортот на еритроцитите
- в. учествуваат во транспорт на хранливите материји
- г. содржат хемоглобин
- д. двете коагулираат

2. Кои од наведените состојки треба да се отстранат од крвната плазма во постапката за добивање на серум?

- а. витамини
- б. профибрин
- в. глукоза
- г. антитела
- д. тромбокиназа

3. Која од наведените не е функција на крвната плазма?

- а. транспорт на CO_2
- б. транспорт на O_2
- в. транспорт на хранливи материји до клетките
- г. транспорт на хормони
- д. пренесување на продуктите од метаболизмот од клетките

4. Кој од наведените не е активен фактор во коагулацијата?

- а. фибрин
- б. Са-јони
- в. хемоглобин
- г. тромбокиназа
- д. витамин К

5. Кои од наведените особини не се карактеристични за венските садови?

- а. транспорт на крв од срцето до клетките
- б. помала еластичност од мускулниот ѕид
- в. присутни клапи на ѕидовите
- г. транспорт на деоксидирана крв
- д. движење со помош на напречно-пругави мускули

6. Антителото е:

- а. туѓа честичка што поттикнува имунолошка реакција
- б. неактивирана плазма клетка
- в. рецепторна молекула што содржи места за поврзување со Б-лимфоцити
- г. рецепторен молекул кој содржи места за поврзување на антигенот
- д. непозната честица однадвор

7. Означете ги органите од крвотокот со описот што одговара за нив:

- | | |
|---|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> крвни капилари | а. две преткомори, две комори |
| <input type="checkbox"/> лимфен систем | б. движечка сила за крвта |
| <input type="checkbox"/> срцеви празнини | в. зона на дифузија |
| <input type="checkbox"/> вени | г. отворен тип |
| <input type="checkbox"/> срцева контракција | д. систем на разгранување |
| <input type="checkbox"/> артерии | ѓ. редуцирана крв |

8. Притисокот на крвта во циркулаторниот систем е _____ на почетокот на циркулацијата, потоа _____ во артериите, артериолите, капиларите и вените. Во релаксираната комора _____.

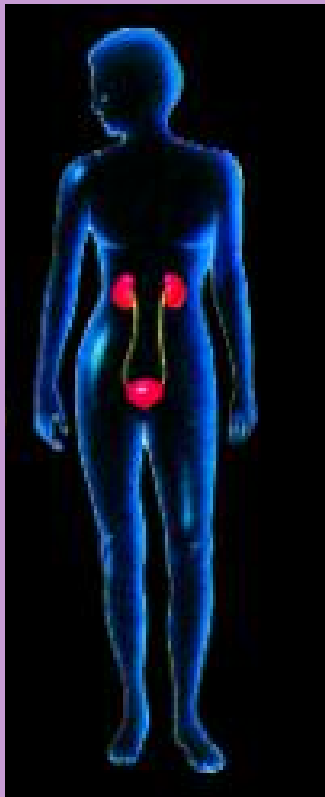
- а. низок, се покачува, највисок
- б. висок, опаѓа, се намалува
- в. низок, опаѓа се намалува
- г. висок, расте, се зголемува

9. Во телесниот крвоток, _____ половина од срцето пумпа _____ во сите делови на телото, потоа _____ крвта се враќа во срцето.

- а. лева-редуцирана; оксидирана
- б. десна-сиромашна со кислород; богата со O_2
- в. лева-оксидирана; редуцирана
- г. десно-богата со кислород; сиромашна со O_2

10. Пресметајте го вкупното времетраење на срцевата работа, одделно за систолата, дијастолата и срцевата пауза, за време од 24 часа. Што заклучувате од добиените вредности?

- | | | |
|-----------------|-------|---------|
| а. систола | _____ | 24 часа |
| б. дијастола | _____ | 24 часа |
| в. срцева пауза | _____ | 24 часа |



ЕКСКРЕТОРЕН СИСТЕМ 101

ГРАДБА И ФУНКЦИЈА НА ЕКСКРЕТОРНИОТ СИСТЕМ 103

Градба на екскреторниот систем 103

Градба и структура на бубрегот 103

Градба на нефронот 104

Градба на уринарниот тракт 106

Функција на екскреторниот систем 106

Излучување на урината - микција 106

Формирање на урината 107

СОСТАВ НА УРИНАТА 108

Регулација на бубрежната работа 109

Регулација на водената хомеостаза 109

Регулација на јонската хомеостаза 110

БОЛЕСТИ НА ЕКСКРЕТОРНИОТ СИСТЕМ И ПРЕВЕНЦИЈА 110

КОЖА 111

ГРАДБА НА КОЖАТА 111

Придружни органи на кожата 112

Рожести творби на кожата 113

ФУНКЦИЈА НА КОЖАТА 114

ТЕРМОРЕГУЛАЦИЈА 115

Влијанието на покачена телесна температура 115

Влијанието на намалена телесна температура 116

Процеси на терморегулацијата 116

Хемиска терморегулација 116

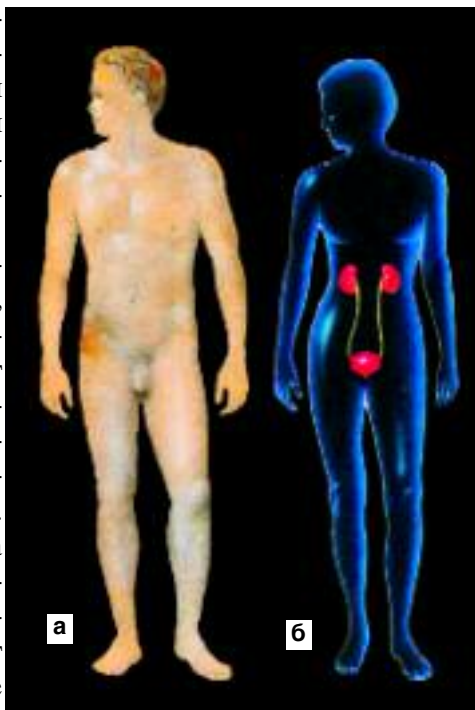
Физичка терморегулација 117

Улогата на нервниот систем во терморегулацијата 119

4. ЕКСКРЕТОРЕН СИСТЕМ

Како резултат на метаболичката активност на клетките се создаваат крајни продукти кои се непотребни за организмот: вода, јаглероден диоксид, уреа, амонијак, мочна киселина, фосфати, сулфати, фенол, индол, како и различни хемиски материи (лекови, бои и адитиви од храната, пигменти, токсини, киселини и др).

Сите тие се опфатени со поимот екскрети, кои преку повеќе патишта се отстрануваат од организмот. Во табелата 4.1. се претставени некои карактеристики на екскретите. Следејќи ја табелата ќе забележите дека одредени материи се токсични и ако се задржат во организмот може сериозно да го нарушат здравјето на човекот.



Суѓестии за наставањикои:

Пред почетокој на обработка на темата, ако имате можност, заедно со учениците набавете неколку бубрези. Дајте им улогачице на учениците за дисекација и поделете ги во работни групи. Анализирајте ја градбата на бубрегот и дајте им задача да извршат споредба со сликата која е приложена во учебникот.

Екскретите се крајни и непотребни продукти на метаболичката активност на клетките.

Екскреторен систем: а. кожа; б. органи за излучување - екскреција

Табела 4.1. Некои карактеристики за материите кои се екскретираат

Вода и јаглероден диоксид	Азотни соединенија
Се создаваат за време на катаболизмот на јаглехидратите и липидите, и други метаболични реакции на аминокиселините.	Амонијакот се формира од аминокиселините во различни метаболички процеси на аминокиселините. Тој е мошне токсичен, и е потребно брзо да се елиминира од организмот.
Најголемиот дел од јаглеродниот диоксид се отстранува преку белите дробови.	Уреата е токсично азотно соединеније. Тое е продукт на протеинската размена. Се создава од две молекули амонијак и една јаглероден диоксид. Синтезата на уреа се одвива во црниот дроб, а се екскретира преку бубрезите.
Водата се екскретира преку бубрезите, белите дробови и преку кожата со потење.	Мочната (урска) киселина (<i>acidum uricum</i>) е краен метаболички продукт при размена на нуклеинските киселини. Иако е нерастворлива во вода, потребно е мала количина на вода за да биде отстранета од организмот.

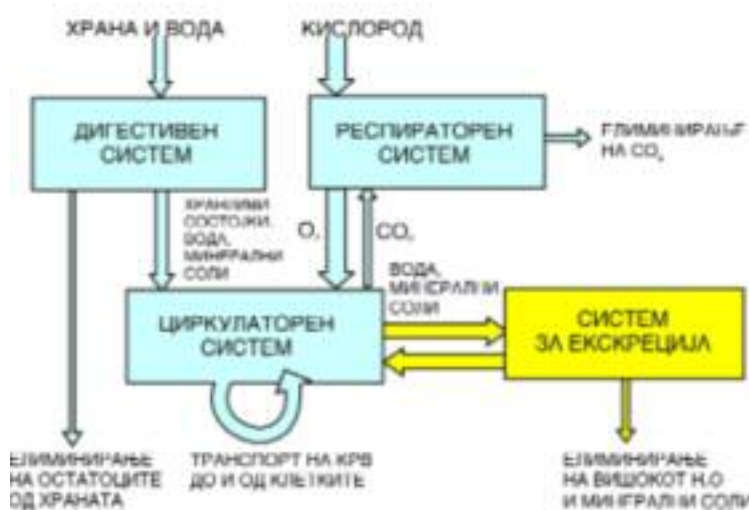
Сите екскрети со исклучок на јаглеродниот диоксид, се излачуваат во форма на воден раствор, преку бубрезите, кожата, дигестивниот и респираторниот систем. Со нивната екскреција се овозможува одржување на стабилна внатрешна рамнотежа во организмот.

Кај човекот јаглеродниот диоксид се излачува преку белите дробови, а несварените состојки од храната се отстрануваат преку цревата од дигестивниот систем. Останатите екскрети делумно се излачуваат преку кожата, а најголемиот дел од нив во форма на урина се отстрануваат преку бубрезите. Поконкретните задачи на органите кои се одговорни за отстранување на непотребните материи од организмот се претставени во табелата 4.2.

Табела 4.2. Органи одговорни за екскреција на материи од организмот.

Органи	Материи кои се излачуваат
Бубрези	Вода, уреа, соли и други супстанции (лекови и др.)
Кожа	Вода, мала количина уреа и соли
Бели дробови	Јаглероден диоксид и вода
Тенко црево	Мала количина вода и недигерирани материи (целулозата)

На сликата 4.1 можете да го проследите поврзувањето на органските системи кои учествуваат во процесот на екскреција.



Сл. 4.1. Органски системи кои учествуваат во процесот на елиминација на непотребните материи од организмот. Крајните продукти од организмот добиени по процесите на дигестија и респирација преку циркулаторниот се транспортираат до уринарниот систем од каде се елиминираат од организмот.

Крајните продукти од клеточниот метаболизам се отстрануваат од организмот во надворешната средина со нивна екскреција.

Екскрецијата се врши преку бубрезите, кожата, дигестивниот и респираторниот систем.

Материи кои се екскретираат со исклучок на CO₂ претставуваат воден раствор на амонијак, уреа, мочна киселина.

Со излачувањето на крајните продукти од метаболизмот се овозможува одржување на постојаноста на внатрешната средина на организмот.

Преку белите дробови се отстранува јаглеродниот диоксид, а несварените делови од храната преку цревата, од дигестивниот систем.

Во минимални количини уреата, водата и солите се излачуваат и преку кожата.

Најголем дел од материите се отстранува преку бубрезите во форма на урина, која се формира во системот за екскреција.

Органскиот систем кој е одговорен за формирање и исфрлање на урината се нарекува екскреторен систем.

ГРАДБА И ФУНКЦИЈА НА ЕКСКРЕТОРНИОТ СИСТЕМ

Составот на крвта не зависи од тоа што е внесено со храната туку од тоа што ќе задржат бубрезите. Оваа мисла на Smith јасно ја изразува улогата која ја имаат бубрезите во регулацијата на внатрешната рамнотежа во организмот. Со други зборови бубрезите учествуваат во:

- ♦ филтрирањето и екскрецијата на токсичните материји од крвта, кои се продукти на метаболичните реакции во клетките;
- ♦ одржувањето на хомеостазата, преку регулација на содржината на водата и јоните во крвта и клеточната течност. На овој начин се одржува и нормалната функција на клетката;
- ♦ регулација на вкупната содржина на крвта;
- ♦ регулација на рН вредност на крвта и
- ♦ регулација на метаболичните компоненти, преку секреција на хормоните.

Градба на екскреторниот систем

Во градбата на екскреторниот систем кај човекот влегуваат: бубрезите (renes)-2, мочоводи (urether)-2, мочниот меур (vesica urinaria)-1 и мочниот канал (urethra)-1 (слика 4.2).

Градба и структура на бубрегот

Бубрезите (renes), се парни органи сместени на грбната страна од stomачната празнина, од двете страни на рбетот. Тие имаат форма на зрно грав, и нивната маса е околу 120-150 g. На горниот дел на секој бубрег е сместена надбубрежната жлезда (glandula suprarenalis). Бубрезите се снабдуваат со крв преку бубрежната артерија. Филтрираната крв се изнесува од бубрезите преку бубрежната вена.

За подобро проучување на структурата и внатрешната градба на бубрегот набљудувајте ја сликата 4.3.

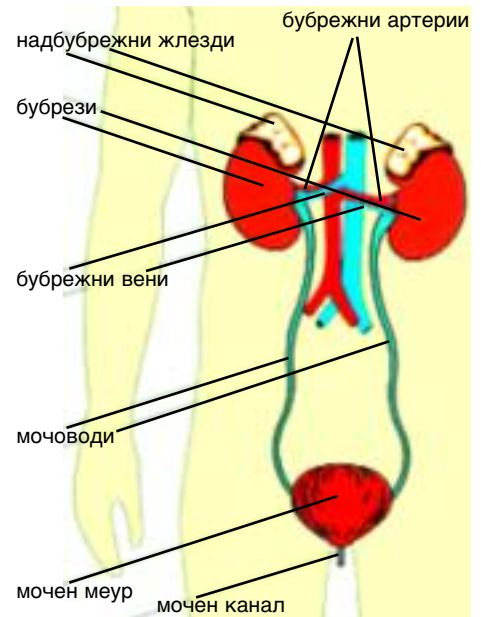
На надолжен пресек, бубрегот се состои од четири дела:

Бубрежна капсула, обвивка од масно ткиво, која служи како масна ложа за прицврстување на бубрезите за телесниот сид и амортизација на потресите. Целиот бубрег е опфатен со тенка сврзна обвивка која го држи компактно бубрежното ткиво.

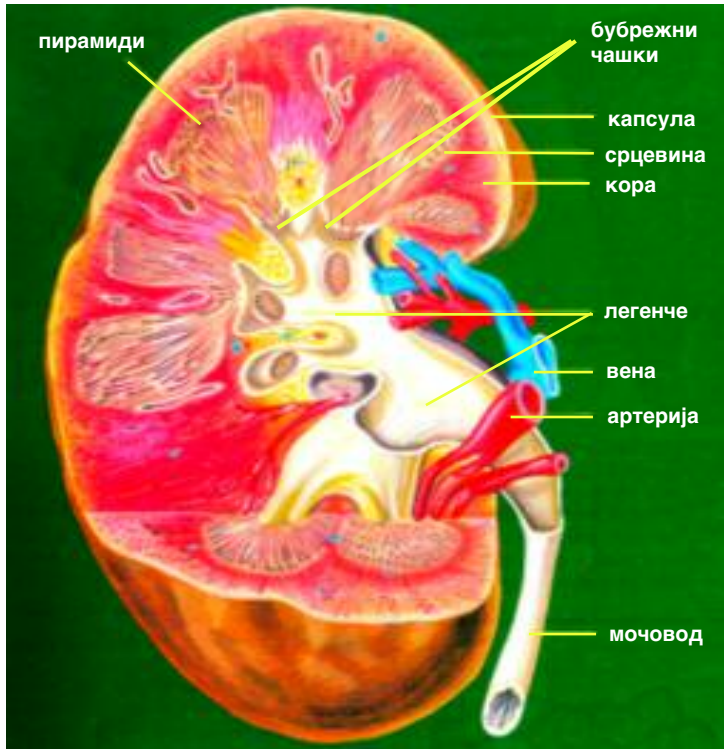
Бубрежна кора (kortex renis), се наоѓа под капсулата и ја сочинува главната маса на бубрегот. Содржи бубрежни Малпигиеви (Malpighi-иеви) телца. Тие се изградени од Бовманова (Bowman-ова) капсула, клопче артериски капи-

Функциите на екскреторниот систем се: филтрација и екскреција на токсични материји, одржување на хомеостазата (водена и осмотска), регулација на содржината на крвта, регулација на рН вредноста на крвта и регулација на метаболитите, преку секреција на хормоните.

Екскреторниот систем кај човекот е составен од: бубрези, мочоводи, мочен меур и одводен мочен канал.



Сл. 4.2. Екскреторен систем кај човекот. Структури на екскреторен систем со помош на кои се врши филтрација на ури-ната и нејзино исфрлање од организмот (бубрези и уринарен тракт).



Сл. 4.3. Градба на бубрег (структури на бубрегот на надолжен и напречен пресек).

лари (glomerulus), и почетните делови од бубрежните каналчиња.

Бубрежната срцевина (medulla renalis), се наоѓа под кората. Во неа продолжуваат каналчињата од кората кои се влеваат во собирните каналчиња. Собирните каналчиња се групираат во 10 до 12 пирамиди кои со врвот се отвораат во малите бубрежни чашки. Тие се прошируваат во големи бубрежни чашки кои се надоврзуваат на бубрежното легенче.

Бубрежното легенче (pelvis renalis) е дел од бубрегот кој продолжува во мочоводите. Од нив урината се пренесува во мочниот меур, а се отстранува преку мочниот канал.

Градба на нефронот

Основната структурна и функционална единица на бубрезите, која учествува во формирањето на урината е **нефронот**. Секој бубрег содржи околу 1.200.000 нефрони. Тие дневно филтрираат околу 180 литри течност и формираат околу 1.5 l урина. Градбата на нефронот може да ја проучите на сликата 4.4.

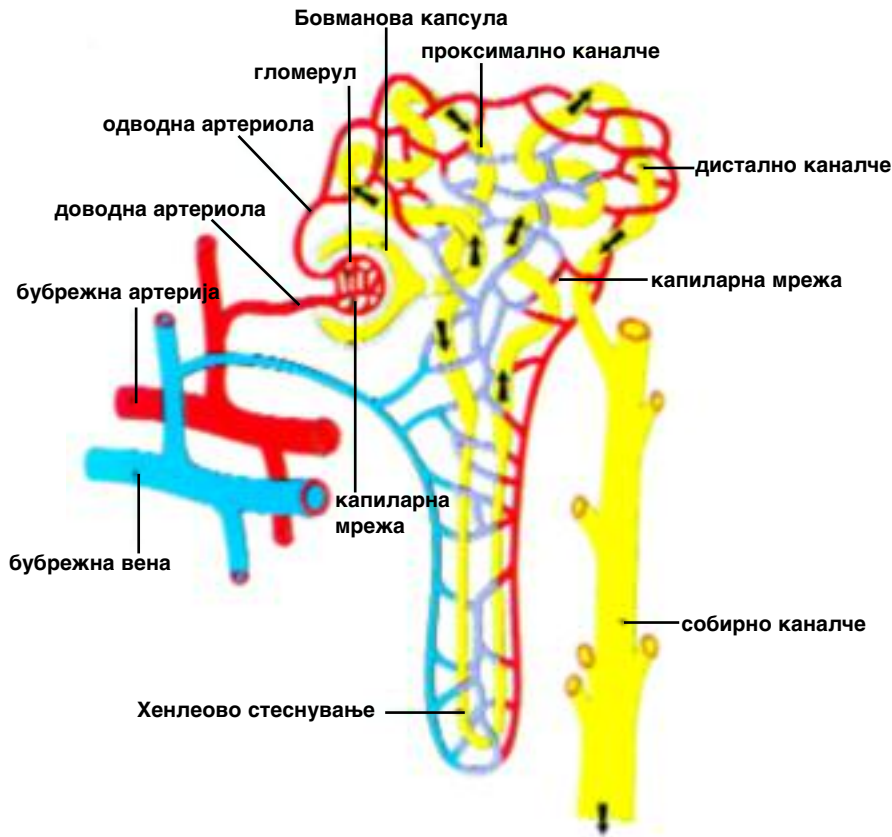
Нефронот е изграден од бубрежно телце и извиено каналче, кое е диференцирано на три дела:

Бубрезите се парни органи. Изградени се од бубрежна капсула, кора, срцевина и бубрежно легенче.

Бубрежната кора е изградена од бубрежни (Малпигиеви) телца.

Бубрежната срцевина се состои од собирни каналчиња, групирани во бубрежни пирамиди.

Бубрежното легенче продолжува во мочовод.



Сл. 4.4. Градба на нефронот - функционална единица на бубрегот.

1. Бубрежно шелце (Малпигијево шелце), се состои од:

- ♦ *Бовманова капсула*, која го претставува почетниот, проширен дел на бубрежното телце. Има форма на чаша со двоен ѕид.

- ♦ *Гломерул* е клопче од артериски капилари, кое е вовлечено во Бовмановата капсула. Се нарекува Малпигиево клопче.

Гломерулот заедно со Бовмановата капсула градат структура бубрежно или Малпигиево телце.

Бубрежно телце	⇒	Бовманова капсула	+	гломерул
----------------	---	-------------------	---	----------

2. Извиеното бубрежно каналче е продолжеток на Бовмановата капсула. Тоа е опфатено со систем од венски капилари кои ја формираат бубрежната вена. Бубрежното каналче се диференцира на три дела:

- ♦ *Почейен (проксимален) дел*, сместен во кората на бубрегот. На крајот се стеснува и продолжува во

- ♦ *Хенлеовото (Henle-ово) стеснување*, на кое се разликуваат: слегувачки дел, кој се спушта од кората во срцеви-

ната на бубрегот и качувачки дел кој од срцевината преминува во кората. На качувачкиот дел се надоврзува:

♦ *дисталното каналче*, кое се влева во собирно каналче. Со дисталното каналче завршува нефронот.



Неколку собирни каналчиња, во медулата на бубрегот се групирани во собирни цевчиња, кои се влеваат во заедничко каналче што завршува на врвот од бубрежната пирамида. Од него формираната урина поминува во мала бубрежна чашка. Повеќе вакви бубрежни чашки се соединуваат и се вливаат во голема бубрежна чашка. Последните се влеваат во бубрежното легенче (pelvis), од каде поаѓа мочоводот.

Градба на уринарниот тракт

Урината излегувајќи од пелвисот, преминува во мочоводите од уринарниот тракт. Двата мочовода ја пренесуваат урината во мочниот меур, од каде се изнесува преку непарен мочен канал во надворешната средина (слика 4.2). Должината на уретрата кај жените е покуса (4-5 cm) отколку кај мажите (16 cm), кај кои е дел од половите патишта.

Сумарно, патот на создавање и исфрлање на урината е следниот:



Функција на екскреторниот систем

Излучување на урината - микција

1. *Уринирањето* (мокрење) кај децата до двегодишна возраст е несвесна реакција.

Подоцна станува свесен процес кој е контролиран од кората на големиот мозок. Кога во мочниот меур ќе се акумулира околу 250-300 ml урина, се стимулираат механорецепторите кои се наоѓаат во мускулниот ѕид. Со тоа се поттикнуваат спонтани контракции на мазните мускули кои се шират кон сфинктерот на мочниот меур (m.sfincter vesicae). Со тоа сфинктерот се опушта и доаѓа до празнење на мочниот меур.

Нефронот претставува основна структурна и функционална единица на бубрезите.

Нефронот е изграден од Малпигиево (бубрежно) телце и извиено каналче.

Формираната дефинитивна урина од бубрежните каналчиња, преку собирните каналчиња и чашки се влева во легенчето, а оттука низ мочоводите се транспортира во мочниот меур.

Суѓесѝи за насѝавникоѝ:

На крајоѝ од часоѝ демонсѝирајѝе некои од особиниѝе на уринаѝа:

- ѝрво оѝишеѝе ѝи физичкиѝе особини на уринаѝа (свежа и ѝресѝоена урина 24 часа)

- ѝреку две реакциѝ : 1. оѝределеѝе ја рН вредносѝ на уринаѝа (со лакмус харѝиѝа) 2. докажеѝе ѝо ѝрисусѝивоѝо на хлориди (урина + HNO₃ + AgNO₃ - бел ѝшалоѝ).

2. *Исфрлањето* на урината се остварува и преку автономниот нервен систем.

Симпатичкиот дел од нервниот систем доведува до перисталтични движења на мочоводите, кои овозможуваат полнење на мочниот меур. При силни емотивни состојби (радост, страв и сл.), парасимпатичкиот дел го стимулира олабавувањето на сфинктерот, со што доаѓа до несвесно празнење на мочниот меур.

Формирање на урината

Формирањето на урината се одвива во нефроните преку три фази: 1. Бубрежна филтрација, 2. Тубуларна реапсорпција и 3. Тубуларна секреција.

Локацијата на овие процеси е прикажана на сликата 4.5.

1. Бубрежна филтрација и создавање на примарна урина (гломеруларен филтрајт)

Создавањето на урината започнува со гломеруларна филтрација во Малпигиевото телце. Процесот се состои од филтрирање на содржината на крвта, низ ѕидот на артериските капилари на гломерулот, под дејство на крвниот притисок. Со тоа голем дел вода, различни јони, аминокиселини, глукоза, и азотни непотребни соединенија, витамини, хормони, и др. преминуваат во меѓупросторот од Бовмановата капсула. (слика 4.5). Крвните клетки и големите молекули (протеини и липиди) се задржуваат во крвните капилари. Течноста која поминува во Бовмановата капсула е наречена **примарна урина** или **гломеруларен филтрат**. Процентуалната застапеност на состојките во примарната урина можете да ја споредите со составот на крвната плазма во табела 4.3.

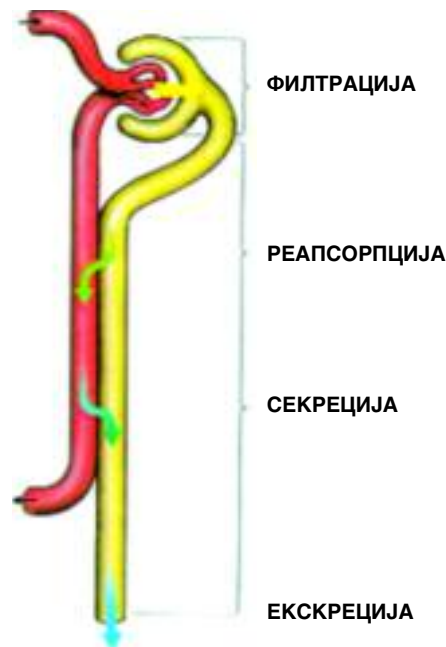
Во создавањето на **дефинитивната (секундарната) урина** значаен удел имаат процесите на тубуларната реапсорпција и тубуларната секреција, кои се вршат долж бубрежното каналче, со тоа што во проксималниот дел имаме поинтензивна реапсорпција.

2. Тубуларна реапсорпција

Најголем дел од состојките кои се содржат во примарната урина се реапсорбираат по должината на проксималното бубрежно каналче слика 4.5. Во венската капиларна мрежа се реапсорбираат: аминокиселини, глукоза, натриум, хлор, бикарбонати, водородни јони и други материи важни за организмот, додека вишокот се отстранува во примарната урина. Во нивната реапсорпција значаен удел

Урината се формира во бубрежните телца и по должината на бубрежните каналчиња преку филтрација, реапсорпција и секреција а потоа формираната дефинитивна урина се екскретира.

Под дејство на крвниот притисок се врши филтрација на крвта и при тоа се создава примарна урина.



Сл. 4.5. Процеси на создавање и екскреција на урината

Реапсорпцијата се одвива по должината на бубрежното каналче. Од примарната урина во крвта, се реапсорбираат: водата, аминокиселини, глукоза, натриум, хлор, бикарбонати и др.

Како резултат на реапсорпцијата на вода, преку собирните каналчиња водата се враќа во крвта, и настанува концентрирање на урината.

имаат клетките на бубрежните каналчиња, преку кои водените молекули пасивно преминуваат во циркулацијата, додека јоните и органските молекули се реапсорбираат со активен транспорт.

По должината на целото бубрежно каналче продолжува реапсорпцијата на јоните и електролитите кои му се потребни на организмот. 99% од водата пасивно се реапсорбира во различни региони на бубрежното каналче. На овој начин се врши концентрирање на примарната урина, со што се формира *дефинитивна* (конечна) урина (слика 4.5). Во случај организмот да ја загуби способноста за реапсорпција мошне брзо настапува смрт.

3. Тубуларна секреција и формирање на секундарна урина

Процесот на секреција е обратен процес од тубуларната реапсорпција. Подразбира активна секреција на нормалните состојки на урината (амонијак, јони на H^+ и K^+ и хипурна киселина), од околотото бубрежно ткиво во бубрежното каналче. На истиот начин се секретираат и молекули кои тешко минуваат низ гломеруларната мембрана (лекови, бои и други токсични материи).

Во дисталните бубрежни каналчиња се овозможува дополнителна реапсорпција на вода или јони во крвта. Ако од организмот преку потење или на друг начин се загуби водата, или некои од јоните, тогаш на овој начин се надоместуваат во крвта.

СОСТАВ НА УРИНАТА

За време од 24 часа, со филтрација на крвта во бубрежите, се создава 180 l примарна урина. Од неа, човекот дневно продуцира околу 1-1.5 l дефинитивна урина. Од тука се гледа дека најголем дел од водата се реапсорбира по должината на бубрежното каналче од нефронот.

Урината е бистра течност со светло жолта боја, од присуството на жолчните бои. Кај здрав човек урината има кисела рН, која се движи меѓу 5-7. Ниската вредност на рН во физиолошки здрава урина потекнува од присуството на киселите фосфати. При различни бубрежни заболувања рН вредноста на урината се менува.

Урината ја сочинуваат 95% вода и 5% сува материја. Околу 3% органски молекули (урска киселина, креатин) и 2% минерални соли (натриумови, калиумови, калциумови соли, хлориди и фосфати). За подетална анализа на содржината на урината погледајте ја табелата 4.3. Во неа ќе забележите дека хемискиот состав на крвната плазма и ури-

Процесот на секреција се одвива по должината на бубрежните каналчиња. Се издвојуваат молекули на амонијак, водород, калиум, киселини, лекови и други токсини.

Во дисталните каналчиња може да настане дополнителна реапсорпција на вода и јони на натриум, во услови кога организмот е во воден или јонски дефицит.

Во човечкото тело се продуцира околу 1-2 литри урина дневно.

ната е многу сличен. Со исклучок на протеините и глюкозата кои ги нема во урината, сите други состојки се совпаѓаат. Разликата е што некои од нив во урината се поконцентрирани (уреата, мочната киселина, јоните на K, NH₄, Ca, Cl и др).

Табела 4.3. Процентуална застапеност на некои состојки во урината и крвната плазма

Состојка	Дефинитивна урина	Примарна урина	Крвна плазма
Вода	95	98-99	98-99
Протеини	/	/	9.9
Глукоза	/	0.1	0.1
Уреа	2.0	0.02	0.02
Мочна киселина	0.05	0.002	0.002
Na	0.035	0.32	0.32
K	0.15	0.02	0.02
NH ₄	0.04	0.001	0.001
Ca	0.0015	0.008	0.00
Mg	0.006	0.0025	0.0025
Cl	0.6	0.37	0.37
PO ₄	0.27	0.009	0.009
SO ₄	0.18	0.003	0.003

Регулација на бубрежната работа

Одржувањето на водената, осмотската како и јонската рамнотежа, овозможуваат одржување урамнотежена стабилна средина во организмот. Овие процеси се базираат врз механизмот на повратна врска, во која хипоталамусот и хипофизата заеднички се вклучуваат во воспоставувањето на хомеостазата.

Регулација на водената хомеостаза

Промената на количината на вода во организмот се регистрира преку осморецепторите, во сидовите на поголемите крвни садови и во јадрата на хипоталамусот. Во хипоталамусот се содржи центарот за жед кој го регулира внесувањето на вода. Ендокриниот систем, преку антидиуретичниот хормон (ADH) го контролира губењето на вода преку урината. Ако во организмот се намали нивото на вода тогаш овие два системи учествуваат заеднички во нормализирањето на водената хомеостаза (Слика 4.6). Центарот за жед се дразни со што се поттикнува внесувањето на



Сл. 4.6. Механизми на регулација на водената хомеостаза.

Водената хомеостаза се регулира преку центарот за жед во продолжениот мозок и антидиуретичниот хормон од неврохипофизата.

вода, додека ADH, ја поттикнува секундарната реасорпција на вода, во дисталните каналчиња. Во моментот кога ќе се надомести загубата на вода, тогаш престанува и лачењето на ADH (тема 6).

Регулација на јонската хомеостаза

Хормонот алдостерон од кората на надбубрежните жлезди е најзначаен во одржувањето на јонската рамнотежа во организмот. Тој се излучува кога во крвта ќе се намали концентрацијата на Na^+ . Натриумот е јон кој е повеќе застапен екстрацелуларно. Затоа многу лесно може да се отстрани од организмот при обилно, потење или повраќање. Неговиот недостиг во крвта се регистрира од осморцепторите во крвните садови и хипоталамусот. Хипоталамусот преку хипофизата го стимулира лачењето на алдостерон кој ја поттикнува дополнителната реасорпција на натриумови јони. Урината што се излучува при тоа е поконцентрирана со јоните на K^+ (слика 4.7).

Промената на количинскиот однос меѓу јоните и водата во крвта се манифестира со нарушување на нормалните вредности на крвниот притисок.



Сл. 4.7. Регулација на јонската рамнотежа преку механизмот на негативната повратна врска.

БОЛЕСТИ НА ЕКСКРЕТОРНИОТ СИСТЕМ И ПРЕВЕНЦИЈА

Најдобар индикатор за нормалното функционирање на бубрезите претставува хемискиот состав на урината. *Протеинуријата* е патолошка промена на урината (појава на протеини во урината) која е индикација за оштетување на



Нешто повеќе за *протеинуријата* урина

Во дефинитивната или секундарна урина кај здрави луѓе нема молекули на протеини и глукоза. Кај дијабетичарите во урината се јавува глукоза и оваа појава е наречена *глукозурија*. Како се објаснува ова? Поради високата концентрација на глукозата во крвта кај овие болни, примарната урина, содржи глукоза. При реасорпцијата само еден дел од глукозата се враќа во крвта, а другиот преминува во секундарната урина.

Нарушувањето на концентрацијата на натриумовите јони се нормализира преку нивна секундарна реасорпција од дисталните бубрежни каналчиња, стимулирано од алдостеронот.

бубрежните каналчиња. Настанува како последица на инфекција на бубрежните каналчиња.

Во текот на многу заболувања во организмот се натрупуваат голем број отровни продукти кои во најголем дел се излучуваат преку бубрезите. Поради тоа бубрезите се изложени на многу штетни влијанија кои можат да се одразат и врз нивната функција. Многу често по прележување на разни заразни болести може да дојде до *воспалување на бубрезите*. Заболениот бубрег не функционира нормално што првенствено се одразува врз составот и бојата на урината. Промените во составот на урината се манифестираат со појава на протеини, крвни клетки, и некои други состојки кои може да предизвикаат тешки последици на другите органски системи, и на целиот организам. Доколку не се лекува воспалувањето на бубрезите може да премине во хронично.

Поради таложењето на кристали од мочна киселина или некои соли доаѓа до формирање на *каменчиња во бубрегот* или во *мочниот меур*. Каменчињата може да предизвикаат механичко оштетување на бубрегот.

При нарушување на бубрежната циркулација или при хипоксија (намален парцијален притисок на кислородот), се зголемува излучувањето на ткивната материја ренин. *Ренинот* учествува во зголемувањето на *бубрежниот крвен притисок*. Луѓето кои имаат проблеми со зголемен крвен притисок, чувствуваат тешкотии при престој на поголема надморска висина.

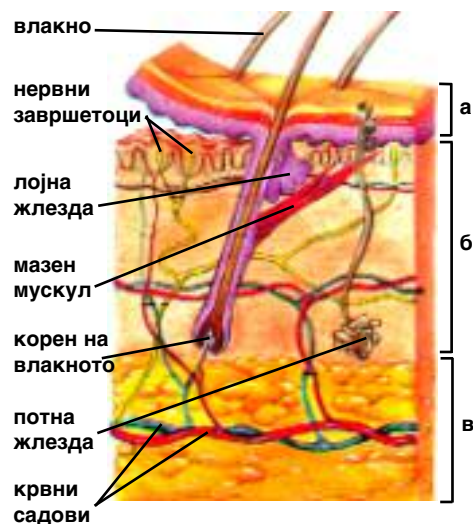
КОЖА

Како што напомниме во почетниот дел од оваа тема, во процесот на отстранувањето на непотребните материји од организмот, покрај бубрезите, учествува и кожата преку која се екскретира дел од водата и мала количина уреа и соли.

ГРАДБА НА КОЖАТА

Кожниот систем се состои од: кожа, рожести творби на кожата и жлездите.

Кожата (cutis) е обвивка на телото која го воспоставува првиот контакт на организмот со надворешната средина. Таа е најстарото сетило со површина околу 1.5-2 m². Дебелината на кожниот слој варира во разни делови од телото од 1-4 mm. Кожата е составена од два комплетно различни слоја: покожица и крзно (слика 4.8).



Сл. 4.8. Градба на кожата: а. епидермис, б. дермис и в. хиподермис

Кожата учествува во екскрецијата на водата, уреата и солите.

Кожата е изградена од покожица и крзно.

Покожицата се состои од клетки и пигмент меланин. Таа додека е неоштетена заштитува од инвазија на микроорганизми, физички и хемиски влијанија.

Покривката (epidermis) е надворешната обвивка од многуслоен епител, со дебелина од 0.7 mm. Клетките од епидермисот кон површината изумираат (се отфрлаат како првут) и постојано се заменуваат со нови. Клетките од подлабокиот слој на епидермисот содржат пигмент меланин, од кој зависи бојата на тенот. Меланинот се продуцира од гранули лоцирани во меланоцити во епидермалниот слој.

Површината на епидермисот се карактеризира со специфични дерматоглифи на прстите (бразди и испакнатици), кои се различни кај секој човек и се користат за идентификација. Епидермисот е вклучен во заштитата на телото од физички, хемиски влијанија и додека е неоштетена претставува бариера од микробните инфекции.

Крзното (dermis) или corium е тенка сврзна обвивка под епидермисот, од колагени и еластични влакна, со дебелина од 4 mm. Дермисот е богат со крвни и лимфни садови, и завршетоци на нервните влакна. Крвните садови се вклучени во исхраната на клетките и во терморегулацијата. Во дермисот се сместени и мазни мускули, потни и лојни жлезди, влакна и рецептори. Мазните мускули се во контакт со коренот на влакната и овозможуваат нивно движење. Рецепторите за допир се сместени меѓу епидермалниот и кожниот слој. Дел од овие рецептори се чувствителни на притисок со различен интензитет и температурни промени.

Под дермисот се наоѓа потенок слој од поткожно сврзно ткиво, кој е наречен subcutis или **хиподермис**. Супкутисот е во контакт со внатрешните органи и е добро снабден со лимфни, крвни садови и нервни завршетоци. Тука се сместени и каналчињата од потните жлезди и коренот на влакната. Во овој дел од кожата се таложат резервни масти кои учествуваат во терморегулацијата.

Придружни органи на кожата

1. Жлезди на кожата

Кај човекот, рожестите творби (влакна и нокти) и кожните жлезди се придружни органи на кожата.

Кожните жлезди се сместени во дермисот. Овие егзокрини жлезди своите секрети преку изводните канали ги излачуваат на површината на телото. Според функцијата поделени се на: потни, лојни, млечни и мирисни.

Потните жлезди се присутни во сите региони на кожата. Изградени се од каналче кое во основата е извиткано во клопче, а површината на епидермисот се отвора во пора. Учествуваат во отстранувањето на вишокот вода, ми-

Крзното се состои од колагено еластично сврзно ткиво во кое се сместени: крвни садови, нерви, влакна, лојни и потни жлезди и мазни мускули.



Нешто повеќе за шетоважните и белезите на кожата

Кога дел од кожата е изгорен или силно иритиран, тенките крвни садови во дермисот се шират и притоа истекува извесна количина плазма. Истечената плазма се акумулира помеѓу дермисот и епидермисот и се формира меурче.

Тетовирањето се изведува со обојување на клетките од дермисот. Истото важи и за белезите. Бидејќи овие клетки не се отстрануваат, исчезнувањето на тетоважите и белезите не е едноставно и најчесто е невозможно, бидејќи настануваат промени на клетки од дермисот, кои не се отстрануваат од површината на кожата.

Придружни органи на кожата се: влакна, нокти, потни, лојни, млечни и мирисни жлезди и рецептори.

нералите, уреата и други материи преку потта. Составот на потта е мошне сличен со урината, но е значително поразреден. Затоа некои автори кожата ја нарекуваат трет бубрег. За 24 часа преку потење се исфрла приближно, 500-600 ml течност.

Со тоа се остварува главната функција на потните жлезди во регулацијата на телесната температура. Ако кожата не е во состојба да ја регулира телесната температура во случај на изгореници, од трет степен, тоа може да биде фатално.

Лојните жлезди се распоредени покрај влакното, низ целата површина на кожата освен на дланките и табаните. Секретот (масни материи) ги подмачкува влакната и дава еластичност на кожата при што ја штити од сушење и пукање. Истовремено, мастите претставуваат бариера против габички и бактериски инфекции. Дистрибуцијата на овие жлезди е околу 100 на секој cm². Бројот на лојните жлезди на лицето и главата може да се зголеми од 400-900/cm². Со староста активноста на овие жлезди се намалува, а со тоа кожата станува сува и нееластична.

Млечните жлезди се парни и се сместени во градниот дел. Кај женскиот пол се развиваат во текот на половото созревање (пубертет). Изградени се од голем број канали сместени во растреситото сврзно и масно ткиво. Млечните жлезди се активираат во периодот на доењето (период на лактација) со лачење на млекото.

Кон кожните жлезди се вклучени и **мирисните жлезди**. Сместени под пазувите, во слушниот канал, околу половите органи и аналниот отвор и други места. Продуктите на овие жлезди имаат специфичен мирис.

Рожести творби на кожата

Ноктите претставуваат задебелени рожести напластувања на покожицата, кои постојано растат. Всадени се на горната страна на врвот од прстите. При повреда ноктите можат да се заменат со нови.

Влакната се наоѓаат речиси по целата површина на телото освен на дланките, табаните, усните, очните капаци. Влакното се состои од корен, сместен во дермисот, и слободен крај кој излегува на површината. Клетките кои учествуваат во изградбата на влакното содржат пигменти од кои зависи бојата на влакното (косата). Белата боја на влакната настанува со навлегување на воздух на местото од изгубениот пигмент. Влакната на секои 2-4 години се заменуваат со нови.

Лојните жлезди преку излачениот секрет даваат еластичност на кожата и ја заштитуваат од сушење и инфекции.

Млечните жлезди се развиени кај женските единки и се активни во период на лачење на млекото.



Каде се лоцирани најголем број рецептори во телото?

На кожата има 200.000 рецептори за ладно, 500.000 за допир и притисок и 2.800.000 за болка. Според тоа, кожата со својата вкупна површина од околу 2m² е орган кој има најголем број на рецептори. Најновите студии покажале дека ако се блокираат кожните рецептори кои се осетливи на ладно, при допир на ладен предмет се јавува чувство на топлина. Во овие студии се истакнува дека постојат разни рецептори за различни стимули: за пријатно топло и за болно-жешко, за вибрации со ниска и со висока фреквенција, за силен притисок и за лесен допир како и за болка.

Ноктите и влакната се рожести творби на кожата.

Ноктите се задебелени напластувања на покожицата.

Влакната се состојат од корен сместен во дермисот и слободен крај кој штрчи на површината.

ФУНКЦИЈА НА КОЖАТА

Кожата има повеќе функции:

- ◆ Заштита на внатрешниот дел од телото од физички и хемиски влијанија
- ◆ Превенција од навлегување на микроорганизми
- ◆ Превенција од губење на вода
- ◆ Заштита од ултравиолетно зрачење
- ◆ Екскретирање на материите од катаболизмот преку потните жлезди
- ◆ Одржување влажност на површината на телото
- ◆ Лачење на масти
- ◆ Апсорпција на некои лекови
- ◆ Синтеза на витаминот D
- ◆ Регулација на телесната температура.

На повисока температура капиларите на кожата се шират (вазодилатација) со што се губи топлина. На ладно капиларите се стегат (вазоконстрикција), со што организмот го намалува губењето на топлина.

Во наредниот текст ќе се задржиме повеќе на функцијата на кожата во регулирањето на телесната температура.

Кожата преку потење учествува во регулација на телесната температура. Преку порите од потните жлезди се излучува пот, која испарува од површината на телото, со што се овозможува намалување на температурата на организмот. Ако надворешната средина има повисока температура а помала влажност се интензивира потењето со што се оддава и дел од топлината. Во обратен случај потта се задржува на површината на телото.

За време на топлите денови при тешка физичка работа и работа на висока температура количеството на исфрлена пот во текот на 24 часа може да достигне и неколку литри. Затоа, во овие состојби се препорачува да се пие минерална вода со што ќе се надомести загубата не само на водата туку и на солите.

Терморегулаторната улога на кожата се остварува и преку механизмот на вазомоторика (ширење и стегане) на крвните садови. Во ладни денови кожата го заштитува телото од губење на топлина со стеснување (вазоконстрикција) на површинските крвни садови. Во топли денови садовите се прошируваат (вазодилатација) со што се зголемува зрачењето топлина од телото. На тој начин, телото се заштитува од прекумерно загревање.

Според составот, потта е слична со урината но е поразредена. Таа содржи: вода, натриум хлорид, уреа, соли на урската киселина и други соли и др.

Количеството на создадената и исфрлена пот е различно во зависност од:



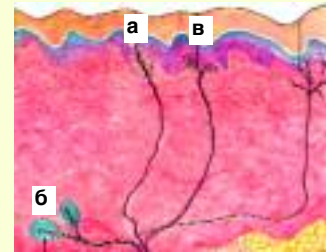
Нешто повеќе за кожни рецептори.

Рецепторите во кожата се вклучени во перцепцијата на стимули (допир, болка, температура, притисок и вибрации). Овие рецептори се организирани на следниот начин:

а. Мејснерови телца - за допир на дланките, табаните и усните

б. Пачиниеви телца - за механички дразби

в. Руфиниеви телца - за топло, притисок и допир и Краусеови телца - за ладно и за притисок



Терморегулаторната улога на кожата се остварува преку механизмите на потење и вазомоторика на крвните садови.

Организмот се заштитува од прегревање преку лачење на пот и вазодилатација на крвните садови.

Организмот се заштитува од ниска температура преку вазоконстрикција на периферните крвни садови.

- ◆ температурата на околната средина;
- ◆ количеството на внесена течност во организмот и
- ◆ заситеноста на атмосферата со водена пара (влажност на воздухот).

ТЕРМОРЕГУЛАЦИЈА

Метаболичните процеси во клетките се одвиваат во услови на релативно константна внатрешна температура на телото (телесна температура). Од друга страна, размената на материите во организмот се врши преку биохемиски процеси, при кои се ослободува енергија. Дел од оваа енергија е значајна за одржување на постојаната температура на телото. Според способноста за одржување на телесната температура, животните се делат во две групи: пойкилотерми и хомеотерми. Човекот спаѓа во хомеотермните организми. Тие поседуваат бројни механизми за одржување на **еутермијата** (постојаната телесна температура).

Во зависност од местото на мерење (под пазуви, под јазик, во ректум или температура на внатрешни органи) нормалната телесна температура кај човекот се движи во границите од 36-37°C. Осцилациите во температурата се поголеми на кожата и екстремитетите, а помали во внатрешните органи и мозокот. Исто така, настануваат промени во температурата на телото и во текот на денот (највисока е во периодот од 14-16 часот, а најниска од 2 до 4 часот).

Постојана температурата на телото се одржува со помош на кожата, сврзното и масното ткиво, кое е најдобар топлотен изолатор.

Одржувањето на константна телесна температура зависи од: надворешната температура, влажноста на воздухот, количината на мускулното ткиво, циркулацијата и др.

Температурата на површината на телото расте или опаѓа во зависност од надворешната температура. При одредени неповолни температурни услови за организмот, кога е изложен повеќе од еден час на висока или ниска температура (критична температура), тогаш може да дојде до зголемување над 37°C (**хипертермија**) или намалување на телесната температура под 36°C (**хипотермија**).

Влијанието на покачена телесна температура

Телесната температура кај човекот се зголемува при тешко мускулно напрегање. Исто така, таа може да се зголеми и при некои заболувања, предизвикани од штетното влијание на вирусните и бактериски продукти. Покачува-

За нормално одвивање на метаболичните процеси неопходно е телесната температура да се одржува во нормалните граници.

Човекот според способноста за одржување на постојаната телесна температура се вбројува во хомеотерми.

Нормалната телесна температура кај човекот измерена во различни делови на телото се движи од 36 - 37°C.

Одржувањето на константна телесна температура зависи од: надворешната температура, влажноста на воздухот, количината на мускулното ткиво и циркулацијата.

При изложеност на организмот на висока или ниска температура повеќе од еден час може да дојде до покачување или до намалување на телесната температура.

Кај човекот смртоносни температури се 43°C и 25°C.

њето на температурата над 40 °C е штетно за здравјето на човекот. Покачена телесна температура до 43 °C, ако е краткотрајно, организмот може да ја поднесе, но при долготрајни високи температури му се заканува опасност од оштетување на мозокот и циркулаторниот систем. Кај човекот летална телесна температура (температура која е смртоносна), изнесува 43°C.

Влијанието на намалена телесна температура

Хипотермијата, која е поретка, исто така е со штетни последици. Ако човекот се изложува на ладно, тогаш температурата на телото може преодно да се намали. При постепено намалување на телесната температура од 35 на 30°C, настанува возбуденост и треперење, потоа следи дремливост и на крајот откажува мускулатурата. На телесна температура од 30°C, се губат свеста и рефлексите. Смрт настапува ако дојде до хипотермија на телото од 25°C.

Процеси на терморегулација

При промени на температурата во надворешната средина, секој хомеотермен организам, ја одржува константна внатрешната температура, со воспоставување на рамнотежа меѓу **оддавањето (термолиза)** и **создавањето (термогенеза)** на топлина во организмот (слика 4.9 и 4.10.). Тоа се остварува со промена на интензитетот на метаболичните процеси во клетките. Во услови на зголемена надворешна температура се активираат механизмите за оддавање топлина, а во услови на намалена надворешна температура, механизмите за задржување (создавање) топлина.

Регулирањето на термогенезата се нарекува хемиска терморегулација, додека на термолизата - физичка терморегулација.

Хемиска терморегулација

Хемиската терморегулација претставува промена на интензитетот на енергетскиот метаболизам предизвикан од промени во температурата на надворешната средина. Како што претходно напознавме, производството на топлотна енергија во организмот настанува при процесите на разградување (катаболизам) на органските материи (јаглехидратите, мастите и протеините). Во овој процес најголема е улогата на скелетните мускули кои сочинуваат околу 40% од телесната маса. Термогенезата се зголемува при интензивна мускулна активност.

Терморегулацијата се остварува преку механизмите на создавање топлина (термогенеза) и оддавање топлина (термолиза).

Хемиската терморегулација (термогенеза) се остварува преку промена на интензитетот на метаболичните процеси, со учество на хормоните тироксин и адреналин.

Во услови на ниска температура термогенезата се остварува преку: зголемена мускулна активност, засилен интензитет на катаболизмот, мускулно треперење и ослободување на топлина од внатрешните органи.



Сл. 4.9. Шема за хемиска терморегулација.

При изложување на ниска температура, организмот се бори против студ со хемиската терморегулација. За да не западне во хипотермија ги вклучува сите механизми за создавање на топлина преку:

1. Зголемена продукција на топлина, која претставува основен извор на топлина во услови на хипотермија. Се остварува преку дејството на хормоните тироксин и адреналин. Тироксинот влијае врз општиот катаболизам на органските материи во клетките и ослободување на енергија. Адреналинот ја поттикнува мобилизацијата на гликогенот од црниот дроб, а со тоа врши дотур на глукоза за оксидација во клетките.

2. Останатите извори за создавање на топлина во организмот се дополнителни. Тука се вбројуваат:

- ◆ засилена активност на скелетните мускули;
- ◆ дополнителна активност на скелетната мускулатура (треперење), кое придонесува за зголемување на термогенезата;
- ◆ ослободување на топлина од некои внатрешни органи, пред сè од црниот дроб, како метаболично најактивен и најтопол орган, а делумно и од бубрезите, срцето, белите дробови и цревата.

Физичка терморегулација

Со физичката терморегулација се регулира термолизата, односно оддавањето на топлината од организмот во услови на покачена телесна температура. Оддавањето на топлината се одвива преку неколку механизми:

Во услови на покачена температура се вклучуваат механизмите за оддавање топлина: радијација, евакорација и конвекција.

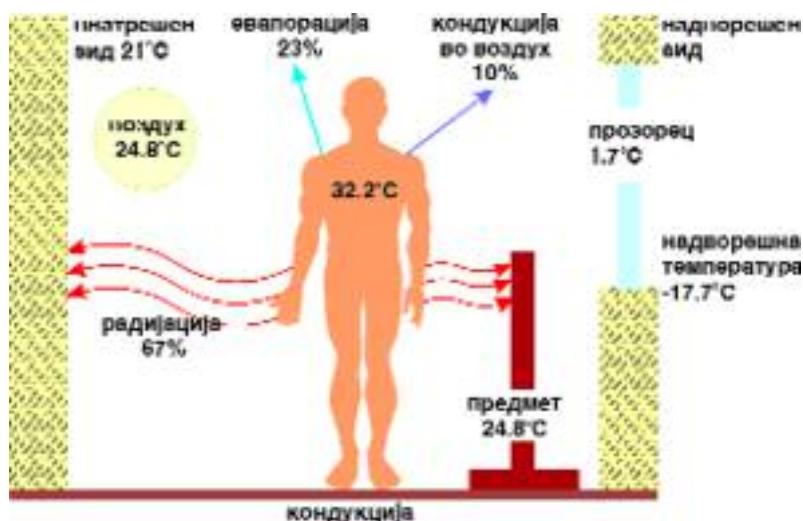
Најголем дел топлина се ослободува преку потење.

Центарот за терморегулација (за ладно и топло) е сместен во хипоталамусот.

При намалена температура се дразни центарот за ниска температура со што се активираат механизмите за создавање на топлина а обратни се реакциите при покачување на температурата.

- ◆ радијација или зрачење
- ◆ евапорација или испарување
- ◆ конвекција или струење на воздухот
- ◆ кондукција или спроведување на предмети

Механизмите на оддавање на телесната топлина е претставен на слика 4.10. Количината на оддадената топлина зависи од повеќе надворешни фактори: температурата и влажност на воздухот, како и видот и количината на облеката. Радијацијата, евапорацијата и конвекцијата се основни начини за оддавање на топлина. Сите останати се дополнителни начини на физичката терморегулација.



Сл. 4.10. Механизми на термолитза или оддавање на телесна топлина.

Радијација претставува оддавање на топлина преку зрачење на топлотни инфрацрвени зраци од организмот кон средината со пониска температура од телото.

По пат на испарување или **евапорација** во текот на 24 часа преку кожата и белите дробови испарува околу 600 ml вода. Овој начин се нарекува и неосетно испарување (perspiratio insensibilis).

Со **конвекција** од телото се ослободува топлина во зависност од температурата на воздухот. Преку струењето на воздухот човекот може да загуби 12% од телесната топлина.

Кондукција е оддавање на топлина со директно пренесување на топлината од телото на предметите со пониска температура (држење на ладен предмет, стоење на ладен под без обувки, седење на стол кој има пониска температура од телото или потопување на дел од телото во студена вода и др.). При контакт на две тела, топлината секогаш се пренесува од потоплиот кон поладниот предмет.

Оддавањето на топлината кај човекот во најголем дел се остварува преку *топиње*. Интензитетот на потењето зависи од температурата и влажноста на воздухот, како и од активноста на организмот. Треба да се напомене дека мал дел од телесната топлина човекот губи и преку урината и фецесот.

Преку кондукцијата и конвекција телото на човекот може да оддава или да прима топлина во зависност од температурата на предметите, односно воздухот со кои човекот е во непосреден контакт.

Улогата на нервниот систем во терморегулацијата

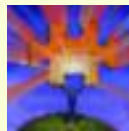
Функционирањето и активацијата на физичката и хемиската терморегулација е контролирано и регулирано од централниот нервен систем. Центарот за терморегулација е сместен во меѓумозокот и тоа во хипоталамусниот дел. Активацијата или инхибицијата на центарот за терморегулација зависи од внатрешната температура (поточно температурата на крвта) и од рефлексните реакции.

При намалување на температурата, *терморегулирачкиот центар во хипоталамусот* ги активира механизмите на термогенеза односно се зголемува создавањето и задржувањето на топлината. Ова се постигнува со стеснување на периферните крвни садови (вазоконстрикција) под дејство на симпатичките центри во хипоталамусот и инхибиција на потните жлезди. Од друга страна периферната вазоконстрикција овозможува повлекување на крвта во внатрешноста, а со тоа се намалува можноста за оддавање на топлина.

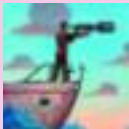
Зголемување на термогенезата во организмот се остварува со *интензивирање на катоболичките процеси*, пред сè во мускулното ткиво, преку зголемување на мускулниот тонус и тресење на скелетните мускули. Ова е стимулирано и контролирано преку *катехоламините (симпатичкиот нервен систем) и тироидните хормони* (тема 6).

При покачувањето на телесната температура (над 37° C), се зголемува температурата и на телесните течности - крвта. Затоплена крв преку крвотокок доаѓа до *хипоталамусот* и го активира *центарот за висока температура*. Тој по рефлексен пат ги активира механизмите за оддавање топлина од телото поттикнувајќи спротивни реакции на организмот.

Центарот за терморегулација се стимулира и по рефлексен пат. Терморепторите ја регистрираат промената на кожната температура и испраќаат информација до центарот за терморегулација. Во зависност од дразбата и кои терморептори се надрознети (за ладно или за топло), терморегулирачкиот центар соодветно ќе ги активира механизмите за термолитза или термогенеза.



Мошне е интересен податокот дека денес во медицината се користат посебни методи за изведување на некои хируршки интервенции во услови на хипотермија. За таа цел, со вештачко намалување на телесната температура (вештачка хипотермија) до 26-28 °C, (како постапка за локална анестезија), се извршуваат интервенциите безболно и со намалено крвавење.



ИСТРА@УВАЊЕ

Промени на телесната температура

Хипоџеза:

Механизмите на физичка и хемиска терморегулација учествуваат во одржувањето на хомеотермијата во променливи температурни услови.

Помошни хипоџези:

- Со зголемувањето на температурата во околната средина се зголемува и телесната температура;
- Со намалувањето на температурата во околната средина се намалува телесната температура;
- Евапорацијата е еден од механизмите за одржување на физичката терморегулација.

Материјал и прибор за работа:

- сад за вода со димензии 30/30 cm
- топломер
- најлон кесе
- гумен стегач
- пешкир
- прибор за пишување

Тек на истражувањето:

Истражувањето се спроведува во групи од 4-5 ученици. Предвидени се следните мерења:

1. Кај двајца ученици се мери телесната температура на дланката за време од 3 минути и се забележува;

2. Кај истите ученици се мери температурата на дланката по изложување на ниска температура. За таа цел во сад со ладна вода се потопува дланката. По 5 минути се мери температурата на дланката и се бележи;

3. Истата дланка се поставува во сад со топла вода за време од 5 минути и се регистрира температурата и

4. Откако добро ќе ја исушите раката, става-те едно најлон кесе преку неа и добро прицврстете ја со стегач. Потоа повторно измерете ја температурата.

Регистрирање на температурата:
нормална телесна температура: _____ °C
температура по хипотермија: _____ °C
температура по хипертермија: _____ °C
температура по евапорација: _____ °C

Задача:

Објаснете: - Како се пренесува ниската температура од периферијата кон внатрешните органи и организмот како целина?

- Кои се механизмите кои влијаат во услови на покачена температура во организмот?

- Какво е значењето на потењето во регулација на температурата?

Кратка содржина на темата

1. Екскретите (вода, јаглероден диоксид, уреа, амонијак) се исфрлаат од организмот преку системот за екскреција со што се овозможува одржување постојаност на внатрешната средина. Исфрлањето се врши преку бубрезите, кожата, дигестивниот и респираторниот систем. CO₂ се излучува преку белите дробови, несварените состојки од храната преку дигестивниот систем, дел од екскретите преку кожата, а најголемиот дел во форма на урина се отстрануваат преку бубрезите. Функциите на екскреторниот систем се: филтрација и екскреција на токсични материи, одржување на водената и осмотската хомеостаза, рН вредноста и регулација на содржината на метаболитите во крвта. Екскреторниот систем кај човекот е составен од: бубрези, мочоводи, мочен меур и одводен мочен канал.

2. Бубрезите се сместени на грбната страна од стомачната празнина. Изградени се од бубрежна

капсула, кора, срцевина и бубрежно легенче. Бубрежната кора е изградена од бубрежни (Малпигиеви) телца, срцевината од собирни каналчиња, групирани во бубрежни пирамиди, додека бубрежното легенче продолжува во мочовод.

3. Структурна и функционална единица на бубрезите е нефронот, кој е изграден од бубрежно телце и извиено каналче. Каналчето е составено од: 1. Бубрежно телце (Бовманова капсула и гломерул) и 2. Извиено бубрежно каналче (проксимален дел, Хенлеово стеснување и дистален дел). Неколку каналчиња се групирани во собирни каналчиња, од кои формираната урина поминува во мала бубрежна чашка. Повеќе мали бубрежни чашки се вливаат во голема бубрежна чашка. Преку собирните чашки крајната урина се влева во бубрежно легенче и преку мочоводите се транспортира до мочниот меур. Уринирањето е процес контролиран од кората на големиот мозок и автономниот нервен систем.

3. Формирањето на урината во нефроните се одвива во три фази: бубрежна филтрација, тубуларна реапсорпција и тубуларна секреција.

4. Со одржување на водената, осмотската и јонската хомеостаза, се овозможува одржување на внатрешна стабилна средина во организмот, преку механизмот на повратна врска (хипоталамусот и хипофизата).

5. Кај човекот за 24 часа се создава околу 1-1.5l дефинитивна урина. Урината е бистра течност со светло жолта боја, со кисела рН (5-7) и содржи 95% вода, 3% урска киселина, креатин и 2% минерални соли. Индикатор за нормалното функционирање на бубрезите претставува хемискиот состав на урината.

6. Во текот на многу заболувања во организмот доаѓа до натрупување на голем број отровни производи кои најчесто се излачуваат преку бубрезите, поради што може да дојде до воспалување на бубрезите. Нарушената функција на заболениот бубрег пред сè се одразува врз составот на урината (појава на протеини, крвни клетки). Со таложењето на кристалите од мочната киселина или од некои соли се формираат каменчиња во бубрегот или во мочниот меур.

7. Преку кожата се екскретира дел од водата и мала количина уреа и соли. Кожата кај човекот содржи влакна, нокти, жлезди, и рецептори. Кожата е составена од два слоја: покожица и крзно. Како придружни органи на кожата кај човекот се: рожестите творби (влакна и нокти) и кожните жлезди. Кожните жлезди се сместени во дермисот и според функцијата, тие можат да бидат: потни, лојни, млечни и мирисни. Преку потните жлезди се отстрануваат водата, минералите, уреата и др. Имаат учество и во регулацијата на телесната тем-

пература. Секретот од лојните жлезди ги подмакуваат влакната, дава еластичност на кожата и ја штити од сушење и пукање. Млечните жлезди се изградени од голем број канали и се активираат во периодот на лактацијата.

8. Кожата има повеќе функции: заштитна, екскреторна функција, учествува во регулацијата на телесната температура и во синтезата на витаминот D.

9. Со дел од енергијата која се создава во организмот се одржува постојана телесна температура и зависи од: надворешната температура, влажноста на воздухот, количината на мускулното ткиво, циркулацијата и др. Температурата на површината на телото расте или опаѓа во зависност од надворешната температура. Зголемувањето на телесната температура над 37 °C се нарекува хипертермија додека намалувањето под 36 °C хипотермија.

10. При температурни промени во надворешната средина, хомеотермниот организам ја одржува константна внатрешната температура, со физичка (термолиза) и хемиска терморегулација (термогенеза). Термогенезата ги опфаќа процесите на интензивирање на енергетскиот метаболизам, односно производство на топлотна енергија во организмот. Термолизата подразбира оддавање на топлина од организмот, која се одвива преку: зрачење, евапорација, конвекција и кондукција.

11. Физичката и хемиската терморегулација е регулирана од ЦНС, преку центарот за терморегулација во хипоталамусниот дел од меѓумозокот. Активацијата или инхибицијата на центарот за терморегулација зависи од внатрешната температура и од рефлексните реакции.

Проверете го вашето знаење

1. Што е екскреција?
2. Кои органски системи и органи учествуваат во екскрецијата?
3. При кои реакции се продуцираат уреата и урската киселина?
4. Набројте ги структурните делови на бубрегот?
5. Наведете ги деловите од екскреторниот систем кај човекот?
6. Од кои делови е составен нефронот?
7. Каде се одвиваат процесите: гломеруларна филтрација, тубуларна реапсорпција и секреција и во што се состојат тие?
8. Наведи неколку материи кои се реапсорбираат по должината на бубрежните каналчиња?
9. Каде се формира примарната и секундарната урина, и кои се разликите меѓу нив?
10. Набројте ги структурите низ кои поминува и се собира формираната урина?
11. Кои се основните функции на кожата и како таа учествува во терморегулацијата?
12. По што се разликува термолизата од термогенезата?
13. Кои се основните механизми за борба против студ?
14. Како организмот се заштитува од хипертермија?
15. Објаснете каква е улогата на тироксинот и адреналинот во терморегулацијата?



КВИЗ

1. Кој од наведените делови не учествува во процесот на екскреција?

- а. кожата
- б. мочниот меур
- в. белите дробови
- г. бубрезите
- д. црниот дроб

2. Поврзете ги одделните делови од системот за екскреција со функциите:

- | | |
|-----------------------|-------------------------------------|
| ___ уретра | гломеруларна филтрација |
| ___ дистално каналче | акумулирање на урината |
| ___ мочовод | изнесување на урината од организмот |
| ___ малпигиево клопче | спроведување на урината |
| ___ мочен меур | дополнителна реасорпција на вода |

3. Кој од наведените органи е одговорен за екскрецијата на вода и CO_2 ?

- а. бубрезите
- б. кожата
- в. белите дробови
- г. аналиот отвор
- д. мочниот меур

4. Која од наведените материи не влегува во состав на дефинитивната урина кај здрав човек?

- а. уреата
- б. водата
- в. аминокиселините
- г. минералите
- д. урската киселина

5. Во кој дел од нефронот се одвива реасорпцијата?

- а. гломерулот
- б. Бовмановата капсула
- в. Хенлеовиот јазол
- г. бубрежните пирамиди
- д. уретерот

6. Ако катаболизмот на протеините кај човекот се претстави со овој редослед, протеини - аминокиселини - амонијак - уреа, тогаш кои органи се вклучени во нивната метаболичка трансформација?

- а. дигестија-клетка-црн дроб
- б. бубрези-црн дроб-слезина
- в. слезина црн дроб-бубрези
- г. бубрези-желудник-тенко црево
- д. панкреас-желудник-црн дроб

7. Кое од наведените тврдења е неточно?

- а. амонијакот е продукт на катаболизмот на аминокиселини
- б. амонијакот влегува во состав на уреата и урската киселина во црниот дроб
- в. амонијакот бара најголема, а урската киселина најмала количина на вода за нивна екскреција
- г. преку фецесот се отстрануваат сварените состојки на храната
- д. со разградувањето на липидите и јаглехидратите се добива CO_2 и H_2O

8. Процесите одговорни за формирање на урина се одвиваат по следниот редослед:

- филтрација, реасорпција, секреција
- секреција, филтрација, реасорпција
- реасорпција, секреција, филтрација
- реасорпција, филтрација, секреција
- филтрација, секреција, реасорпција

9. хормонот АДН ја контролира:

- а. продукцијата на урина во нефронот
- б. реасорпцијата на натриумот
- в. бубрежната секреција
- г. дополнителната реасорпција на вода
- д. бубрежната филтрација

10. Обележете ги со броеви од 1 до 12 деловите од екскреторниот систем во определен редослед, започнувајќи од местото каде што се формира урината до местото каде што се елиминира од организмот!

- ___ мочен меур
- ___ собирно каналче
- ___ пелвис
- ___ мочовод
- ___ Малпигиево телце
- ___ бубрежни чашки
- ___ дистално каналче
- ___ мочен канал
- ___ Хенлеов јазол
- ___ бубрежни пирамиди
- ___ проксимално каналче
- ___ големи чашки

11. Кој од наведените механизми нема удел во физичката терморегулација?

- а. радијација
- б. конвекција
- в. потење
- г. мускулна контракција
- д. кондукција

12. Под кој поим е позната појавата на оддавање на топлина од организмот?

- а. еутермија
- б. хипертермија
- в. хомеотермија
- г. термогенеза
- д. термоллиза

13. Во епидермисот се содржат:

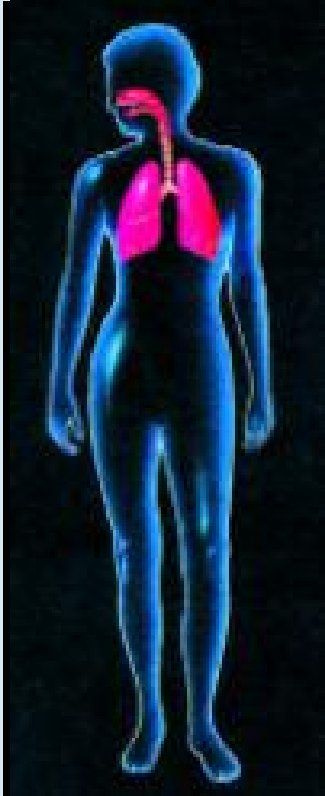
- а. крвни садови
- б. пигментни гранули
- в. корени на вклатна
- г. потни жлезди
- д. мазни мускулни влакна

14. Една од наведените улоги не се однесува на кожата:

- а. синтеза на витаминот D
- б. екскреторна
- в. терморегулација
- г. дишна
- д. апсорпција на некои лекови

15. Поимот термоллиза подразбира:

- а. разложување на храната
- б. одржување на температурата
- в. создавање на топлина
- г. оддавање на топлина
- д. задржување на топлина



РЕСПИРАТОРЕН СИСТЕМ 124

ГРАДБА НА СИСТЕМОТ ЗА РЕСПИРАЦИЈА 124

Спроводни дишни патишта 124

Дишен дел на системот за респирација 127

Белодробна вентилација 127

Механизам на дишење 127

ДИФУЗИЈА НА ГАСОВИ НИЗ МЕМБРАНИТЕ 130

Транспорт на кислород и јаглероден диоксид 131

Транспорт на кислородот 131

Транспорт на јаглеродниот диоксид 132

Регулација на респирацијата 132

БОЛЕСТИ НА РЕСПИРАТОРНИОТ СИСТЕМ

И ПРЕВЕНЦИЈА 135

5. РЕСПИРАТОРЕН СИСТЕМ

Дишењето (respiratio), како сложен физиолошки процес не подразбира само едноставна размена на кислородот и јаглеродниот диоксид, меѓу организмот и надворешната средина. Тој ги опфаќа и процесите на искористување на кислородот за оксидација на состојките од храната во клетките, при што се ослободува енергијата и јаглероден диоксид. Затоа процесите на респирација не се однесуваат само на дишењето туку опфаќаат:

- ♦ размена на гасовите меѓу надворешната средина и белите дробови (белодробна вентилација);

- ♦ размена на гасовите меѓу белодробните алвеоли и крвта;

- ♦ транспорт на кислородот преку крвта до клетките, и на јаглеродниот диоксид од клетките до белодробните алвеоли;

- ♦ дифузија на кислородот низ капиларната мембрана во клетките, и на јаглеродниот диоксид во обратна насока;

- ♦ искористување на кислородот во оксидативните процеси во клетките и ослободување на јаглероден диоксид и енергија (клеточно дишење).



Процесот на дишењето се состои од повеќе етапи во кои кислородот од воздухот преку белите дробови дифундира во крвта, се пренесува до клетките во кои по оксидацијата на хранливите материји, добиениот јаглероден диоксид по обратен пат се отстранува од организмот.

Сл. 5.1. Систем за респирација.

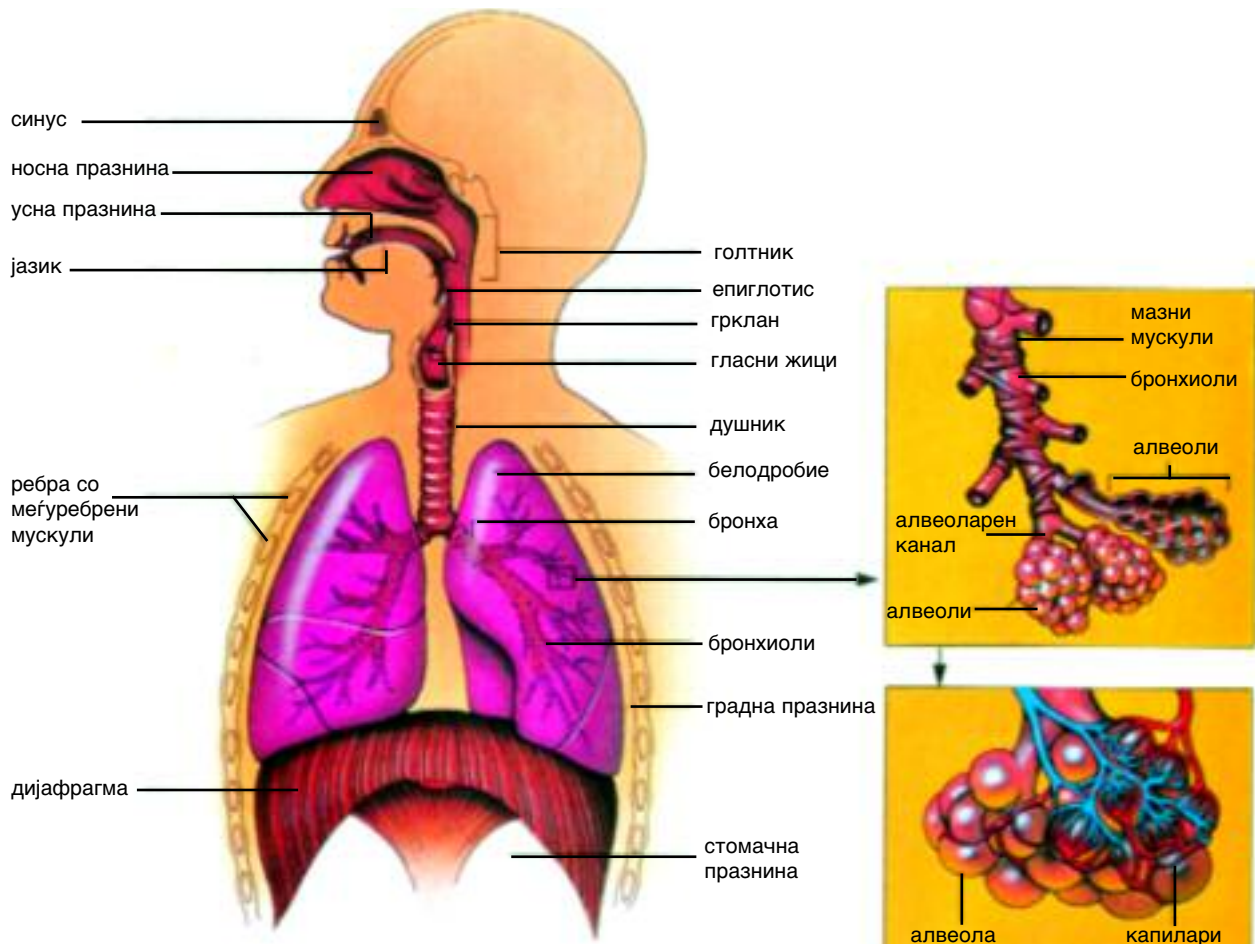
ГРАДБА НА СИСТЕМОТ ЗА РЕСПИРАЦИЈА

Органите во системот за дишење според функцијата што ја извршуваат во дишењето се поделени на спроводни дишни патишта и дишен (дифузионен) дел. Спроводните дишни патишта ги сочинуваат: носната празнина, голтникот, гркланот, душникот, бронхиите и бронхиолите, додека дишниот дел е претставен со алвеолите (слика 5.1).

Спроводни дишни патишта

Носот (nasus), е изграден од надворешен дел и носна празнина. Предниот дел е 'рсквичен, додека задниот е коскен. На сликата 5.2. можете да ја проучите градбата на

Системот за респирација го сочинуваат органи на спроводни дишни патишта: носната празнина, голтникот, гркланот, бронхиите и бронхиолите, и дишен дел, кој е претставен со алвеолите.



Сл. 5.2. Градба на системот за респирација.

системот за респирација и патот на движењето на воздухот низ него.

Носната празнина (*cavum nasi*) со надолжна носна преграда е поделена на две половини. Секоја од нив содржи по три носни школки, кои го забавуваат движењето на воздухот. Преку парните носни отвори (ноздри) комуницира со надворешната средина, додека преку хоаните остварува врска со глотникот. Внатрешната површина на носната празнина е покриена со трепчест епител, добро снабден со мукозни жлезди и богата мрежа од крвни капилари. Жлездите лачат мукус (лигава течност) со бактерицидно дејство. Ваквата градба овозможува, вдишениот воздух во носната празнина да се затопли, навлажни и да овозможи елиминирање на честичи прав и микроорганизми од него. Во задниот горен дел (права носна празнина), на сводот е сместен мирисниот епител, кој содржи хеморецептори. Под влијание на микроорганизми и разни хемиски дразби, доаѓа до зголемено лачење на секрет (кивавица).

Носната празнина е орган со кој започнува системот за респирација, преку него се внесува, прочистува и затоплува воздухот .

Носната празнина со ноздрите комуницира со надворешната средина, додека преку хоаните со глотникот.

На сводот од носната празнина е сместено сетилото за мирис.

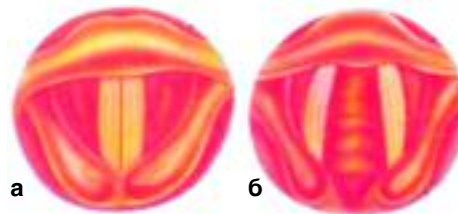
Воздухот минувајќи низ носната празнина затоплен и пречистен, преку хоаните се пропушта во голтникот (pharynx), (тема 2). Во долниот дел на голтникот се отворите на гркланот (larynx) и хранопроводот (esophagus). Гркланот е лоциран напред, а хранопроводот се надоврзува на голтникот.

Гркланот е цевчест орган за дишење и создавање на гласот. Изграден е од 'рсквични елементи од кои најголема е штитовидната 'рскавица (Адамово јаболко), парната лажичеста, прстенестата 'рскавица и капачето на гркланот (epiglottis). Гркланот постојано е отворен освен при голтање, кога се затвора со епиглотисот. Со тоа се спречува влегувањето на храната во душникот.

Слузокожата што го обложува гркланот, формира парни набори-гласни жици (plicae vocales). Гласот се генерира преку вибрациите на гласните жици кога воздухот струи низ нив. Артикулацијата на гласот се контролира преку движење на јазикот, забите и усните.

Од гркланот воздухот продолжува во **душникои** (trachea), која како и сите останати спроводни елементи од системот, е изградена од полупрстенести 'рскавици. Тие меѓу себе се поврзани со сврзно ткиво, а слободните краеве со мазни мускули, што овозможуваат менување на дијаметарот при контракции. Во долниот дел душникот е поделен на лева и десна бронха. Внатрешноста на душникот и бронхиите е обложена со слузокожа со трепки. Тие треперат нагоре со што учествуваат во исфрлање на секретот заедно со нечистотиите од белите дробови. Двете **бронхи** навлегуваат во белите дробови и се разгрануваат на бронхиоли. Од нив продолжуваат да се издвојуваат најмалите завршни бронхиоли, со пречник од 0,5 до 1 mm. Последните завршуваат со белодробни меурчиња-алвеоли, што се протегаат низ целото белодробие.

Белиите дробови (pulmones) се изградени од сунѓересто еластично ткиво (со розова боја), сместени во градната празнина (torax). Таа е одвоена од телесната празнина со дијафрагмата, која има полукружна форма. Левото белодробие е нешто помало од десното, поради локацијата на срцето, пред него. Секое од белодробните крила е обвиткано со дволисна белодробна кошулка или **плевра** (pleura), чии сидови се постојано влажни. Внатрешната ги обвиткува белите дробови, а надворешната ја обложува површината на градната празнина и дијафрагмата. Просторот меѓу нив (интерплеврален простор) е исполнет со мала количина серозна течност.



Гласни жици: а. затворени; б. отворени

Епиглотисот е капаче на гркланот што го спречува влегувањето на храна во трахејата.

Во гркланот се сместени гласните жици со чие треперење се произведува глас.

Душникот, бронхиите и бронхиолите се изградени од полупрстенести 'рскавици.

Белите дробови се сместени во градната празнина. Тие се изградени од сунѓересто еластично ткиво.

Градната празнина е одделена од телесната празнина со дијафрагмата.

Белодробните крила се обвиткани со дволисна серозна кошулка (плевра). Просторот меѓу нив претставува интерплеврален простор.

Размената на гасови се одвива во алвеолите и затоа тие имаат многу тенки сидови и добро се снабдени со крвни садови.

Дишен дел на системот за респирација

Алвеолиите се местата каде се одвива размена на гасовите во белите дробови. Затоа секоја алвеола е изградена од многу тенки ѕидови добро снабдени со крвни садови. Од друга страна, белите дробови содржат голем број алвеоли (300 000 000). Тоа овозможува зголемување на внатрешната допирна површина со воздухот за приближно 70-100m². Внатрешните ѕидови на алвеолите се постојано влажни и во нив има извесна количина на воздух-алвеоларен воздух, со различен состав на гасови, во однос на атмосферскиот (табела 5.1.).

Белодробна вентилација

Размената на гасови во белите дробови се одвива со ритмичко движење на градниот кош, односно со промени во неговиот волумен. Истовремено доаѓа и до промени на притисокот во градната празнина. Движењето на градниот кош го следи движењето на белите дробови. Овие ритмички движења се состојат од вдишување (*инспирирација*) и издишување (*експирирација*) на воздухот. Човекот со едно вдишување прима околу 0.5 l воздух и издишува приближно иста количина. Инспирирацијата и експирирацијата се повторуваат 12-15 пати во минута, што ја претставува **белодробна** **фреквенција** или бројот на респирации во минута.

Механизам на дишење

Органите кои учествуваат во белодробната вентилација се: градниот кош, ребрата и меѓуребрениите (интеркостални) мускули, лоцирани меѓу ребрата, а се поврзани со 'рбетот. Во овие движења голема улога има и дијафрагмата.

При вдишувањето, дијафрагмата се израмнува, а со тоа волуменот на градната празнина се зголемува. Истовремено контракцијата на меѓуребрениите мускули ги подигнува ребрата нагоре, со што се шири градниот кош. Со овие движења внатрешниот притисок се намалува и белите дробови се полнат со воздух.

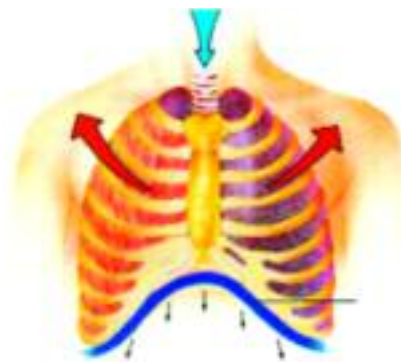
При издишување, со движење на дијафрагмата нагоре и со релаксација на меѓуребрениите мускули, ребрата се движат надолу, се намалува волуменот на градната празнина и белите дробови се празнат (слика 5.3).

При овие движења на градниот кош, белите дробови се пасивни. Меѓутоа, тие како еластични органи се шират и собираат ритмично следејќи го движењето на градниот кош. Максималното количество на воздух кое при тоа мо-

Вдишување или инспирирација се овозможува со: 1. контракција на меѓуребрениите мускули, при што ребрата се движат нагоре и 2. движењето на дијафрагмата надолу.

Издишување или експирирација се овозможува со: 1. релаксација на меѓуребрениите мускули при што ребрата се движат надолу, 2. дијафрагмата се движи нагоре.

Во дишењето белите дробови имаат пасивна улога.



Сл. 5. 3. Движење на градниот кош.
а. за време на инспирирација (вдишување) градната празнина се проширува, ребрата се движат нагоре, а дијафрагмата надолу. Притисокот во белите дробови се намалува и воздухот навлегува во белите дробови.



б. за време на експирирација (издишување) волуменот на градната празнина се намалува, ребрата се движат надолу и навнатре, а дијафрагмата нагоре. Притисокот во белите дробови се зголемува и деоксидираниот воздух се испушта.

же да се издише од белите дробови, по една длабока инспирација е познато како **вишален или белодробен капацитет**. Кај здрав маж виталниот капацитет изнесува 4.6 l, а кај жена е за 25% помал.

За дишењето важен фактор е негативниот притисок кој се јавува во интерплевралниот простор. Тој овозможува постојана разлика меѓу притисокот на атмосферскиот воздух и тој меѓу листовите на плеврата. Поради тоа воздухот навлегува во белите дробови. Негативниот притисок исто така придонесува белите дробови да бидат секогаш оптегнати.

Во навлегувањето на воздухот во белите дробови значаен удел има разликата на притисоците меѓу атмосферскиот и интерплевралниот притисок.

Белодробен капацитет е максималното количество воздух кое може да се издише од белите дробови по една длабока инспирација.



ЗА ОНИЕ КОИ САКААТ ДА ЗНААТ ПОВЕЌЕ

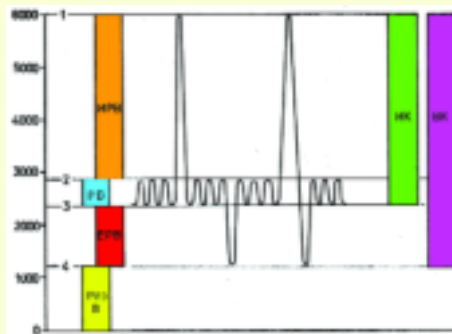
Во хуманата медицина најзначаен е вкупниот-тотален капацитет на белите дробови. Кај возрасен човек изнесува околу 6 литри. Ако ја следите приложената слика, ќе забележите дека него го сочинуваат сите белодробни волумени:

- **дишен (респираторен) волумен (РВ)** е количина воздух што се вдишува и издишува во еден циклус. Изнесува просечно околу 0,5 l.

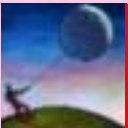
- **инспираторен волумен (ИРВ)** е количество воздух што со максимално вдишување се внесува во белите дробови почнувајќи од нивото на нормално вдишување (3,0 l).

- **експираторен волумен (ЕРВ)** е количество воздух што се исфрла од белите дробови со максимално издишување почнувајќи од нивото на нормално издишување (1.1 l).

- **резидуален волумен (Рез. В)** е количина воздух што се задржува во белите дробови по максимална експирација. Кај млад здрав човек изнесува околу 1,2 l.



Белодробни волумени: ИРВ - инспираторен резервен волумен; РВ - респираторен волумен; ЕРВ - експираторен резервен волумен; Рез. В. - резидуален волумен; ИК - инспираторен капацитет; ВК - витален капацитет.



ЛАБОРАТОРИЈА

Насоки на работња

Белодробен витален капацитет

Цел:

1. Преку мерење на одделните белодробни волумени, ќе научите нешто повеќе за белодробниот витален капацитет и белодробната вентилација.

2. Формирање правилни ставови за влијанието на стилот на живеење и навиките во одржувањето и правилното функционирање на респираторните органи.

Развивање на способностите:

- мерење
- евидентирање
- табеларно претставување
- заклучување
- тимска работа

Материјали:

- воден спирометар

- метро
- прибор за пишување

Предзнаење:

1. Познавање на поимите:
 - белодробен капацитет
 - етапи на дишењето
2. Именување на органи кои учествуваат во дишењето
3. Да се опише размената на гасовите меѓу надворешната средина и алвеоларниот воздух

Насоки за работа:

1. Учениците да се поделат во групи. Секоја група да има од 4-5 ученици;
2. Одберете од секоја група по двајца ученици од различен пол, различна висина, кои според ваша проценка ќе бидат со различен степен на физичка подготвеност;
3. Кај обата ученика, со метро измерете ги димензиите на:
 - а) градниот кош:
 - пред една максимална инспирација и
 - по една максимална експирација
 - б) висината



4. Вредностите забележете ги во табела
5. Со помош на воден спирометар измерете го белодробниот витален капацитет на следниот начин:

Испитаникот треба да вдиши воздух со една максимална инспирација, а потоа со една максимална експирација да го издише, преку гуменото црево од спирометарот. Со тоа се подига внатрешниот цилиндар на спирометарот на кој е поставена скала. Вредноста на белодробниот витален капацитет можете да го прочитате на скалата и да го забележите во табелата. По секое мерење стерилизирајте го почетниот дел од гуменото црево во сад со алкохол.

6. Изгответе заедничка табела за внесување на податоците од сите испитани ученици во паралелката.

7. Од добиените резултати, пресметајте ја просечната вредност на белодробниот витален капацитет за секој пол одделно.

Насоки за заклучување:

1. Извршете анализа на вредностите на белодробниот витален капацитет, одделно кај обата пола;
2. Најдете ги причините за постоечките разлики, одделно кај машкиот и женскиот пол.
3. Од што сè зависи висината на белодробниот витален капацитет?

Број на испитаници	Обем на граден кош пред инспириум		Обем на граден кош по инспириум		Висина		Бело-дробен капацитет	
	М	Ж	М	Ж	М	Ж	М	Ж
пол								
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								

ДИФУЗИЈА НА ГАСОВИ НИЗ МЕМБРАНИТЕ

Размената на гасовите во организмот се врши на две места. Меѓу воздухот во алвеолите и крвта и меѓу крвта и ткивата (слика 5.4). Минувањето на гасовите преку мембраните се одвива на принцип на различни парцијални притисоци на гасовите, кои дифундираат во различните средини. Инаку, парцијалниот притисок на одреден гас зависи од неговата концентрација или процентуална застапеност во воздухот. При тоа, движењето на гасовите се одвива од средина со поголема кон средина со помала концентрација, односно парцијален притисок (табела 5.1). На истата табела се прикажани и парцијалните притисоци и процентуалната застапеност на кислородот и јаглеродниот диоксид во средини каде се врши нивната дифузија, низ респираторната (алвеоларната) и клеточната мембрана. Така, парцијалниот притисок на кислородот е поголем во вдишениот воздух (21.1 kPa), а помал во крвта (13.3 kPa). Тоа значи дека кислородот од алвеоларниот воздух ќе дифундира во белодробните капилари. За јаглеродниот диоксид состојбата со парцијалните притисоци е обратен. Така, парцијалниот притисок на CO₂ во алвеоларниот воздух 5.0 kPa, додека во крвта е 5.3 kPa. Затоа, настанува преминување на јаглеродниот диоксид од крвните садови во алвеолите, а од тука во надворешната средина каде изнесува 0.03 kPa.

Од вредностите во табелата може да се види и разликата во парцијалните притисоци на гасовите во крвта и ткивата (за O₂ 13.3 kPa во крвта и 2.6-5.3 kPa во клетките; за CO₂ 6.0-8.0 kPa во клетките и 5.3 kPa во крвта). Токму ваквата разлика овозможува дифундирање на кислородот од крвта во клетките, а со тоа истовремено е овозможена дифузија на CO₂ од клетките во крвта.

Табела 5.1. Парцијален притисок и процентуална застапеност на кислородот и јаглеродниот диоксид.

	pO ₂		O ₂	pCO ₂		CO ₂
	mmHg	kPa	%	mmHg	KPa	%
Вдишен (атмосферски) воздух	158.8	21.1	20.9	0.23	0.03	0.03
Издишен воздух	124.6	16.6	16.4	31.1	4.1	4.1
Алвеоларен воздух	106.4	14.1	14.0	39.0	5.1	5.2
Во крвни садови	100.0	13.3	13.1	40.0	5.3	5.3
Во клетки	20.0-40.0	2.6-5.3	2.6-5.3	45.0-60.0	6.0-8.0	5.9-7.9



Сл. 5.4. Дифузија на гасови низ мембрана

Дифузијата на гасовите се одвива преку алвеоларната и клеточната мембрана по пат на дифузија, врз база на разликата на парцијалните притисоци на O₂ и CO₂.

Парцијалниот притисок на O₂ во алвеоларниот воздух е поголем одошто во крвта и тој дифундира во таа насока, а за CO₂ е обратно.

Парцијалниот притисок на O₂ во крвта е повисок отколку во цитоплазмата на клетките и тој дифундира преку клеточната мембрана во нив.

CO₂ се добива како продукт на клеточното дишење и неговиот парцијален притисок во клетките е повисок што е причина да дифундира од клетките во крвта, каде се јавува со помал парцијален притисок.

Транспорт на кислород и јаглероден диоксид

Средна дневна потреба за кислород на еден возрасен човек е околу 300 литри. Ова количество може да се зголеми 15-20 пати во зависност од физичката активност на човекот. Јаглеродниот диоксид и кислородот се транспортираат преку крвта. Една од карактеристиките на крвта е високиот капацитет за пренесување на кислородот кој е за 6 пати поголем отколку во водата. Оваа карактеристика се должи на присуството на респираторниот пигмент-хемоглобин во крвта (Тема 3).

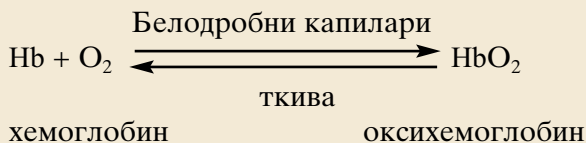
Познато е дека преку крвта се одвива транспортот на кислородот од алвеолите до клетките, а на јаглеродниот диоксид од клетките до алвеолите. Затоа одделно ќе го проучиме транспортот на O_2 и CO_2 .

Транспорт на кислородот

Од белодробните алвеоли речиси целиот кислород преминува во крвта и преку неа се транспортира до клетките. Многу мал дел, (2%) се транспортира преку плазмата. Кислородот од алвеоларниот воздух, по пат на дифузија минува во капиларната мрежа, која ги опкружува алвеолите во белите дробови. При тоа се врзува за железото од хемоглобинот (Hb) со што се формира оксихемоглобин (HbO_2). Во оваа форма, преку белодробната крвна мрежа и белодробните вени се транспортира до срцето. Со контракција на срцето, преку артерискиот крвоток се пренесува до ткивата.

Во одредени региони на телото каде концентрацијата на кислородот е ниска, оксихемоглобинот дисоцира до кислород и хемоглобин. Ослободениот кислород дифундира во ткивната течност, а потоа во клетките (слика 5.5). По реакцијата на дисоцијација, хемоглобинот останува слободен за повторно врзување со кислородот.

Сврзувањето и отпуштањето на кислородот од страна на хемоглобинот е реверзибилен процес, кој се одвива на различни места во организмот:



Бидејќи овој процес зависи од кислородната концентрација, сите молекули на оксихемоглобин се создаваат во ре-

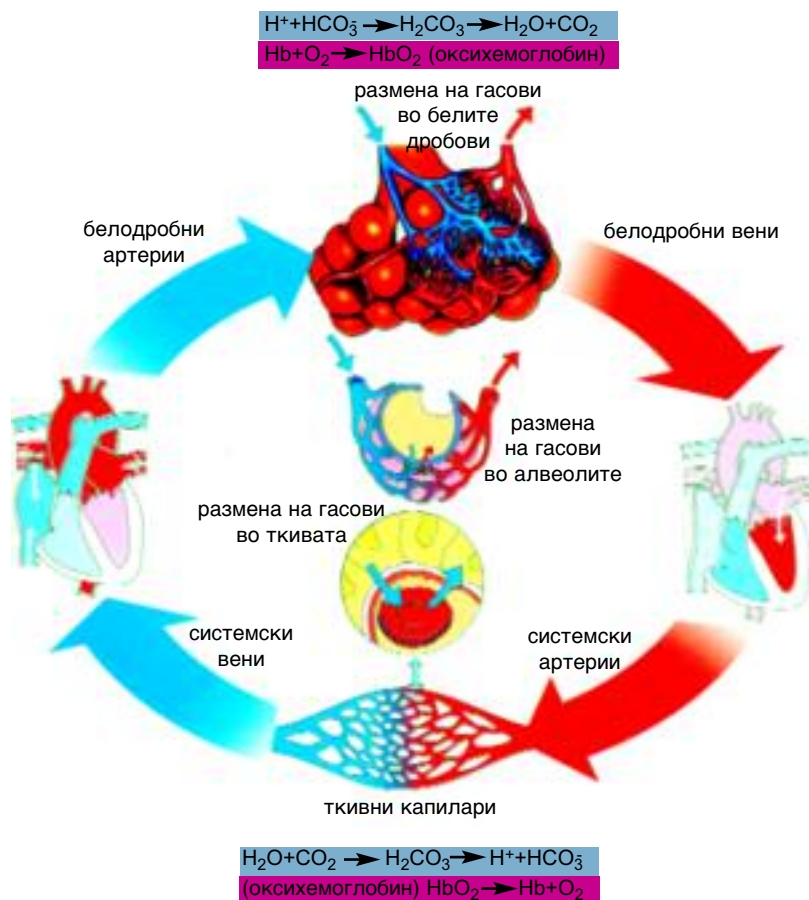


Според структурата миоглобинот е многу сличен на хемоглобинот. Се наоѓа во клетките на скелетните мускули. Кислородниот капацитет на миоглобинот е само 25% од оној на хемоглобинот, бидејќи хемоглобинот може да врзе четири кислородни молекули, додека миоглобинот само еден. И покрај тоа при намалувањето на парцијалниот притисок на кислородот за време на контракцијата на мускулите, овозможува мошне брз извор на кислород. Така, миоглобинот го заштитува мускулот од кислороден дефицит.

O_2 се транспортира од алвеолите преку крвта во клетките, додека CO_2 од клетките преку крвта до белите дробови.

98% од O_2 , се транспортираат преку еритроцитите, остатокот се пренесува преку крвната плазма.

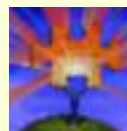
гиони богати со кислород. Спротивно на ова, молекулите на оксигемоглобинот дисоцираат до кислород и хемоглобин во кислородно-сиромашните региони.



Сл. 5.5. Транспорт на O_2 и CO_2 . Кислородот се врзува со хемоглобинскиот молекул и потоа преку патиштата кои се прикажани на шемата се движи низ телото. Јаглеродниот диоксид се транспортира назад, до белите дробови со што циклусот завршува.

Транспорт на јаглеродниот диоксид

Во ткивата, кислородот хемиски се врзува со различни хемиски супстанции и се врши оксидација. Во овој процес се создава енергија и голема количина на CO_2 . Како метаболички продукт на клеточната респирација, CO_2 брзо дифундира во крвта, каде мала количина се раствора или се врзува за хемоглобинот. Најголемиот дел од CO_2 се врзува со водата од крвната плазма и гради слаба јаглеродна киселина (H_2CO_3). Таа во ензимска реакција, со учество на ензимот карбоанхидраза дисоцира на бикарбонатен и водороден јон. Така, CO_2 се пренесува многу полесно (15-20



На голема надморска висина, поголемиот број црвени крвни клетки се потребни за да се компензира намалениот парцијален притисок на кислородот. Како резултат на тоа, луѓето, страдаат од главоболка, повраќање, брмчење во ушите, и забрзана работа на срцето. Животот не е можен на висина поголема од 11.000 метри.

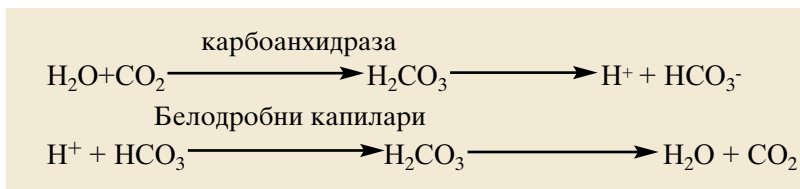
4 атоми кислород, се врзуваат со железото од хемоглобинот во комплексот оксигемоглобин, во региони богати со кислород.

Во региони од телото со кислороден дефицит, хемоглобинот го ослободува кислородот во ткивата.

Најголем дел од CO_2 се транспортира преку крвната плазма во форма на јаглеродна киселина.

Сосема мал дел од CO_2 се транспортира преку хемоглобинот, според тоа еритроцитите паралелно вршат транспорт и на O_2 и на CO_2 .

пати побрзо), отколку целата количина CO_2 да биде растворена во крвта.



На овој начин CO_2 од ткивата се транспортира со редуцираната крв преку венскиот дел од крвотокот до срцето. Од таму, преку белодробната артерија преминува во белите дробови, каде дифундира од крвта во алвеолите. Преку експирација воздухот збогатен со јаглероден диоксид се елиминира од организмот (слика 5.5). Дифузијата на CO_2 од капиларите во алвеолите е многу побрза за разлика од дифузијата на кислородот.

Размената на кислородот и јаглеродниот диоксид може да биде нарушена единствено ако за хемоглобинот се врзат други гасови (како на пример CO , или H_2S).

Регулација на респирацијата

Вдишувањето и издишувањето се под контрола на мозочните центри, кои се сместени во централниот нервен систем, и тоа во мостот на Вароли и продолжениот мозок. Во мостот е сместен пневмотаксичниот центар, додека центрите за издишување и вдишување се сместени во продолжениот мозок (слика 5.6). Пневмотаксичкиот центар со дејствувањето на центарот за експирациум ја регулира фреквенцијата на дишењето и должината на траењето на инспирациумот.

Друг фактор кој влијае на механизмот на респирација е концентрацијата на CO_2 . Кога расте метаболичкото ниво на CO_2 во организмот, концентрацијата на CO_2 во крвта исто така расте. Како резултат на тоа рН вредноста се намалува, односно се зголемува киселоста. Ниската вредност на рН го стимулира респираторниот центар во мозокот, кој одговара со стимулација на дијафрагмата и градниот кош. Со тоа се забрзува белодробната вентилација, CO_2 побрзо се отстранува од крвта, а рН вредноста се нормализира. Со еден збор се воспоставува хомеостазата.

Ако концентрацијата на CO_2 во затворена просторија се зголемува, иако концентрацијата на кислородот е непроменета, интензитетот на респирација кај сите ќе се зголеми. Ако концентрацијата на кислородот е намалена, ниво-

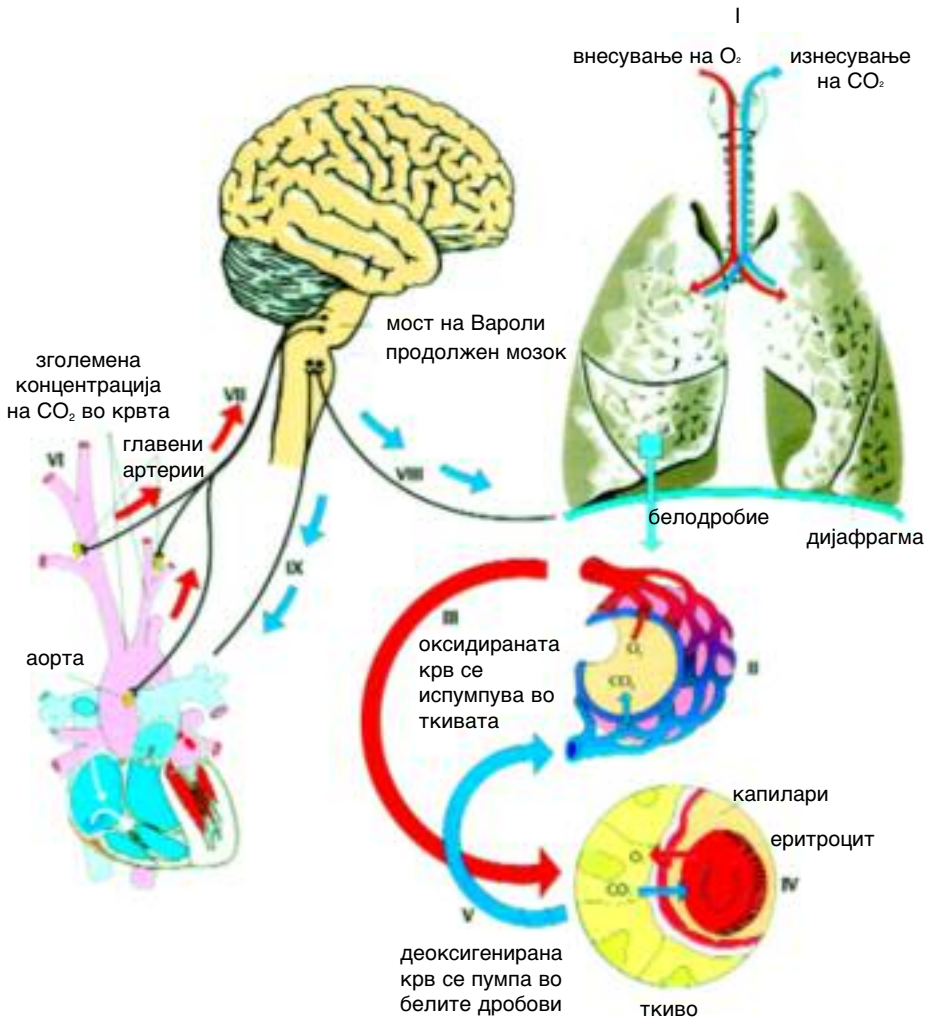


Поврзување на центрите за регулација на респирацијата.

Со зголемување на концентрацијата на CO_2 во ткивата, расте рН на крвта, што ја зголемува белодробната вентилација.

Центрите за дишење се сместени во мостот на Вароли и продолжениот мозок.

Во мостот на Вароли се наоѓа центарот кој ја регулира фреквенцијата на дишењето.



Сл. 5.6. Регулација на концентрација на CO_2 и O_2 во крвта. Вдишување на кислород и исфрлање на јаглероден диоксид. Кислородот дифундира низ епителот на алвеолите во капиларите, CO_2 дифундира во алвеолите користејќи обратен пат. Оксигенираната крв се транспортира од белите дробови до срцето и ткивата. CO_2 дифундира од ткивата во крвта. Истовремено, оксигенираната крв го ослободува кислородот кој навлегува во ткивата. Деоксигенираната крв се транспортира назад до белите дробови. Растворениот CO_2 ја зголемува киселоста во крвта, при што се стимулираат рецепторите во главните артерии. Рецептори испраќаат импулси до респираторниот центар во продолжениот мозок. Респираторниот центар ги стимулира белите дробови при што се ослободува побрзо CO_2 , од една страна, а срцето ја зголемува својата работа, со што се зголемува и искористувањето на кислородот.

то на респирација опаѓа затоа што респираторниот центар во мозокот не е стимулиран. Ова укажува дека CO_2 е главен фактор кој го регулира интензитетот на респирацијата.

Кислородот, исто така остварува контрола врз дишењето преку хеморецепторите во главната артерија и аортата. Тие можат да генерираат импулс за активирање на респираторниот центар (слика 5.6).

Рецепторите во гркланот и душникот, исто така може да влијаат врз интензитетот на дишењето. Овие рецептори реагираат и предизвикуваат кашлање ако влезе храна во душникот.

O_2 влијае врз дишењето преку активирање на хеморецепторите во артериските садови кои го активираат центарот за дишење.

Центарот за дишење се стимулира со промена на концентрацијата на CO_2 и O_2 .

БОЛЕСТИ НА РЕСПИРАТОРНИОТ СИСТЕМ И ПРЕВЕНЦИЈА

Системот за респирација, особено белите дробови се мошне нежни органи, чија здрава состојба зависи од повеќе фактори. Затоа просториите во кои се престојува (работни или домашни простории, училници, библиотеки) треба да бидат добро проветрени и обезбедени со постојан прилив на свеж воздух. Во простории каде се престојува подолг временски период, доаѓа до натрупвање на CO₂ кој штетно влијае на органите за дишење како и врз здравјето на поединецот. Поопасен и поштетен е јаглеродниот моноксид (CO), кој се создава при непотполно согорување на фосилните горива. Овој гас е без мирис, а од друга страна брзо се врзува за хемоглобинот и може да предизвика труење.

При тпруење со CO, давење, електричен удар, или повредени од пожар, на повредениот треба да се примени постапка на вештачко дишење (уста на уста, уста на нос). Претходно, ако има туѓи предмети во устата, треба да се отстранат, и да се внимава на положбата јазикот да не се спушти назад.

Кај ѝросѝрелни рани на градниот кош, воздухот може да влезе меѓу двата листа кои го обвиткуваат белодробиеото. Со тоа се нарушува негативниот притисок и настанува таканаречен пневмоторакс. При тоа градниот кош се шири меѓутоа белите дробови не се полнат со воздух. По затворањето на отворот, воздухот меѓу двете мембрани се ресорбира за неколку дена и се воспоставува повторно негативен притисок и состојбата на пациентот се подобрува.

Најчести заболувања на системот за респирација се однесуваат на *восѝалиѝелни ѝроцеси* од бактериски или вирусни инфекции. Општо земено, инфекциите ги зафаќаат мукозните мембрани во различни региони на горните дишни патишта со што настануваат акутни промени во нив (pharyngitis, laryngitis, nasopharyngitis, sinusitis и rhinitis). Овие инфекции се проследени со зголемување на мукозната секреција, при што доаѓа до пропаѓање на белодробното ткиво или полнење на дишните патишта со секрет. Секретите лесно може да преминат во бронхиите и да се предизвика акутен трахеобронхитис.

Бронхийѝсоѝѝ (воспалување на бронхи), е мошне често заболување на органите за дишење, особено кај децата. Проследено е со кашлица и повишена температура. Причинителот се пренесува преку воздух или со искашлување капки секрет. Овие заболувања најчесто се лекуваат со антибиотици.

За неѝа и одржување на белодробиеото потребно е да се престојува во чисти и постојано проветрени простории.

Вештачкото дишење се применува во услови на губење на дишната функција на белите дробови.

Најчести белодробни болести се последица на бактериски или вирусни инфекции и алергиски состојби кои предизвикуваат тешко дишење, и оштетување на белодробното ткиво.

Кај децата особено е присутен бронхитисот, кој е последица на инфекции од горните дишни патишта.

Туберкулозата се јавува во социјални средини со понизок животен стандард, кој денес успешно се лекува, а за кој превентивно се применува БСЖ-вакцина.

Кај потешките белодробни заболувања како што се *туберкулозата* и *шуморите*, белодробното ткиво тешко се оштетува со што се намалува респираторната површина за гасната размена низ алвеоларната мембрана.

Туберкулозата е заболување кое во минатото било мошне честа причина за смрт, денес е болест на сиромаштијата која успешно се лекува со примена на антибиотици. Подобрување на животните услови и стандардот придонесуваат за успешно спречување на туберкулозата. Една од превентивните мерки за спречување на појава на туберкулозата е и вакцинацијата со БСЖ-вакцината.

Алергиските реакции се манифестации на нарушување на функциите на дишните патишта, кои се честа појава кај луѓе со намален имунолошки одговор. Меѓу другото се манифестира со стегање на ситните ограноци на дишните патишта, со што се отежнува дишењето.

Една од неизлечивите болести на дишните патишта е *ракот*. Вистинскиот причинител сè уште не е познат, меѓутоа, големите студии и анализи покажале дека поподложни на ова заболување се оние лица кои повеќе години се изложени на дејство на прав или кои подолго биле изложени на големи дози никотин.

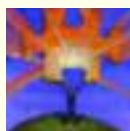
Штетната навика на *пушењето*, како и низа од болестите може битно да го намалат виталниот капацитет на белите дробови, а со тоа и работната способност. И пасивно пушење (континуиран престој во простории каде се пуши), особено кај младите организми и децата може битно да го наруши снабдувањето на клетките со кислород, па телото може слабо и бавно да се развива. Не смееме да заборавиме дека аерозагаденоста најмногу придонесува за создавање услови за појава на најчестите болести на респираторниот систем.

Аерозагаденоста како и лошата и штетна навика на консумирање цигари се причина за почести инфекции на дишните патишта, кои го намалуваат виталниот капацитет и работоспособноста, како врз физичкиот така и врз интелектуалниот труд.

Според бројни научни студии ракот на дишните органи се јавува кај над 90% од корисниците на цигари.



Бел дроб кај: а. непушач; б. пушач



ЗА ОНИЕ КОИ САКААТ ДА ЗНААТ ПОВЕЌЕ

♦ Во организмот, гасовите се растворени во течност. При промена на надворешниот притисок (особено при намален притисок) растворените гасови може да формираат меурчиња на гас, кои можат да бидат препрека за нормално функционирање на крвните капилари. Формирањето на меурчињата може да биде при ненадејно намалување на притисокот (на пример, при отворање на кабината во авионите или кај нуркачите, ако одеднаш преминат од големи

длабочини на површината на водата). Во оваа состојба, O_2 и CO_2 можат брзо да се апсорбираат. За разлика од нив, азотот, поради својата инертност во крвта, претставува поголема опасност за капиларите, па во некои случаи може да дојде до парализа или смрт. Овие состојби можат да се спречат преку постепено ослободување на гасовите од телото за време на подолг временски период. Во вакви состојби се користи декомпресиска комора каде воздушниот притисок постепено се зголемува.

♦ При нецелосно согорување на фосилните горива се ослободува јалгероден моноксид и ако го има во повисоки концентрации во воздухот се

врзува за хемоглобинот. Ова врзување е овозможено со тоа што хемоглобинот има поголем афинитет за врзување со CO, отколку со O₂. На тој начин брзо се концентрира во крвта образувајќи соединение карбоксиемоглобин. Ова е хемиски стабилно соединение кое го попречува врзувањето меѓу кислородот и хемоглобинот. Како резултат на тоа еритроцитите се оневозможени да пренесуваат нови молекули на кислород до клетките.

♦ Во интерплеуралниот простор воздушниот притисок е за 8 mmHg понизок од атмосферскиот. Тој може да се зголеми до 20 mmHg при големо вдишување и да се намали до 2 mmHg под атмосферскиот, при силно издишување. Негативниот притисок се јавува по раѓањето, со првото вдишување на атмосферскиот воздух.

♦ Кај возрасни здрави луѓе во мирување, фреквенцијата на дишењето изнесува околу 12-18 во минута (поточно 14-16), додека кај новороденчињата и децата е повисока. Физиолошкиот

број на респирации кај доенчињата е 25-30, а кај деца од 5 до 14 години 20-25 во минута.

♦ Фреквенцијата на дишењето се зголемува при физичко напрегање, силни емоции (страв, лутина, радост и др.), или зголемена телесна температура.

♦ Намалената концентрација на хемоглобинот или вкупниот број на еритроцити во крвта при анемиа, ја намалуваат способноста за пренос на кислородот во ткивата.

♦ Како што напоменавме, кислородот во клетките се користи за оксидативни процеси при кои како продукт се добива јаглероден диоксид. При овие реакции многу е важен односот на потрошениот кислород и ослободениот јаглероден диоксид. Овој однос е дефиниран како респираторен коефициент, кој е различен за јаглехидратите, мастите и протеините.

$$\text{Респираторен коефициент} = \frac{\text{O}_2}{\text{CO}_2}$$

Кратка содржина на темата

1. Во белите дробови се врши размена на гасовите меѓу крвта и воздухот во алвеолите (белодробни меури). Воздухот доаѓа во белите дробови преку дишниот канал (нос, голтник, грклан, душник, бронхи, бронхиоли, алвеоли). Со ширењето на градниот кош и спуштањето на дијафрагмата воздухот влегува во белите дробови (вдишување-инспирација), а со собирањето на градниот кош и подгинувањето на дијафрагмата излегува од белите дробови (издишување-експирација). Белите дробови кај фетусот не се во функција бидејќи плодот со кислород се снабдува од циркулацијата на мајката, преку постелката.

2. Парцијалниот притисок на кислородот во белодробните меурчиња е поголем од притисокот на кислородот во крвта на белодробните капилари. Затоа кислородот преоѓа во крвта. Спротивно, концентрацијата на CO₂ во белодробните капилари е поголема, па CO₂ излегува од крвта во алвеолите

и на крајот со издишувањето се исфрла во атмосферата. Кислородот во крвта се врзува за железото од хемоглобинот, а CO₂ се врзува главно со водата во крвната плазма, создавајќи јаглеродна киселина. Кислородот од крвните капилари дифундира во клетките, а CO₂ преминува од клетките во капиларите. И ова движење на гасовите е поради разликата на парцијалните притисоци.

3. Ритамот на дишење (од околу 14 респирации во минута) е регулиран од центарот за дишење во продлжениот мозок. Овој центар реагира на зголемена концентрација на CO₂ и праќа импулси до мускулите на градниот кош, со што се стимулира побрзо дишење.

4. Оштетувањето на белодробното ткиво може да биде последица на инфекции, алергии или вдишување на штетни материи на пример никотински дим.

Проверете го вашето знаење

1. Опишете го патот на движење на воздухот од носната празнина до алвеолите?
2. Опишете ја градбата на белите дробови?
3. Објаснете го механизмот на вдишување и издишување.
4. Кои органи се вклучени во движењата на градниот кош?
5. Што е витален капацитет?
6. Од што зависи виталниот капацитет?
7. Како се врши размена на гасовите?
8. Кој услов треба да се задоволи за да има движење на гасовите низ мембрана?
9. Каква е улогата на хемоглобинот во пренесувањето на кислородот?
10. Колку изнесува парцијалниот притисок на CO_2 и O_2 во клетките и крвта и објаснете зошто постои разлика?
11. Објаснете зошто при физичко оптоварување се зголемува белодробната фреквенција?
12. Опишете ги патиштата на движење и транспорт на кислородот и јаглеродниот диоксид во организмот?
13. Каде е сместен центарот за респирација?
14. Опишете ја регулацијата на дишењето?
15. Што претставува поимот витален капацитет и кај кои луѓе може да се очекува да има повисока вредност?



КВИЗ

1. Која од наведените промени не настануваат за време на инспириумот-вдишување?

- а. активација на меѓуребрните мускули
- б. редуцирање на белодробниот волумен
- в. ширење на градниот кош
- г. израмнување на дијафрагмата
- д. исполнување на белите дробови со воздух богат со кислород

2. Реакцијата $\text{H}_2\text{CO}_3 \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ се одвива:

- а. под дејството на ензим
- б. во крвта
- в. во белодробните капилари
- г. во ткивата
- д. во еритроцитите

3. Кој од наведените фактори немаат улога во регулацијата на гасната размена во белите дробови?

- а. автономниот нервен систем
- б. продолжениот мозок

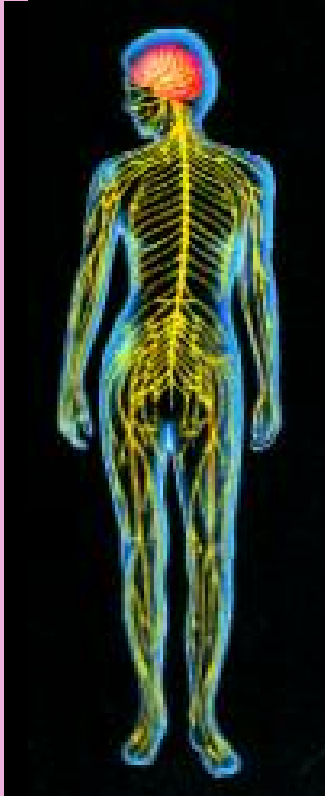
- в. концентрација на кислород во крв
- г. концентрација на кислород во атмосферскиот воздух
- д. концентрација на јаглероден диоксид во атмосферскиот воздух

4. Кој од наведените елементи не учествува во транспортот на кислородот?

- а. еритроцитите
- б. крвната плазма
- в. хемоглобинот
- г. лимфата
- д. миоглобинот

5. Распоредете ги наведените органи од системот за респирација во анатомска и функционална целина. При тоа со најмал број (1) означете го органот кој се наоѓа на почетокот, а со најголем на крајот од системот.

- а. душник
- б. алвеоли
- в. носна празнина
- г. грклан
- д. бронхиоли
- ѓ. бронхи
- е. голтник



РЕГУЛАТОРНИ СИСТЕМИ 140

НЕРВЕН СИСТЕМ 141

ОПШТ ПЛАН НА ГРАДБАТА НА НЕРВНИОТ СИСТЕМ 141

Нервна клетка (neuron) 142

Функција на невроните и создавање на акциски потенцијал 143

НИВОА НА ФУНКЦИОНИРАЊЕ НА НЕРВНИОТ СИСТЕМ 145

РЕЦЕПТОРИ 146

Особини на рецепторите 147

Сетило за слух 148

Сетило за вид 149

СПРОВОДНИ НЕРВНИ ПАТИШТА 152

НЕРВЕН ЦЕНТАР И ОБРАБОТКА НА НЕРВНИТЕ ИМПУЛСИ 156

Локализација на нижите и вишите нервни центри 156

Рефлекси 160

Безусловни рефлекси 160

Рефлексен лак 161

Условни рефлекси 163

Синапса 164

Нервно-мускулна синапса 164

ЕФЕКТОРИ 166

ВЕГЕТАТИВЕН НЕРВЕН СИСТЕМ 168

Симпатички дел од вегетативниот нервен систем 168

Парасимпатички дел од вегетативниот нервен систем 170

БОЛЕСТИ НА НЕРВНИОТ СИСТЕМ И ПРЕВЕНЦИЈА 171

ЕНДОКРИН СИСТЕМ 175

ХОРМОНИ 175

Поврзаност на нервниот и ендокриниот систем 176

ЕНДОКРИНИ ЖЛЕЗДИ 177

Хипофиза 177

Хормони на аденохипофизата 177

Регулација на функцијата на аденохипофизата 177

Хормон на pars intermedia 178

Хормони на неврохипофизата 179

Тироидна жлезда 180

Хормони на тироидната жлезда 180

Регулација на функцијата на тироидната жлезда 181

Надбубрежни жлезди 182

Хормони од кората на надбубрежни жлезди 182

Хормони од срцевината на надбубрежните жлезди 183

Панкреас 185

Хормони на панкреасот 185

Нешто повеќе за другите жлезди од ендокриниот систем 187

Паратиroidни жлезди 187

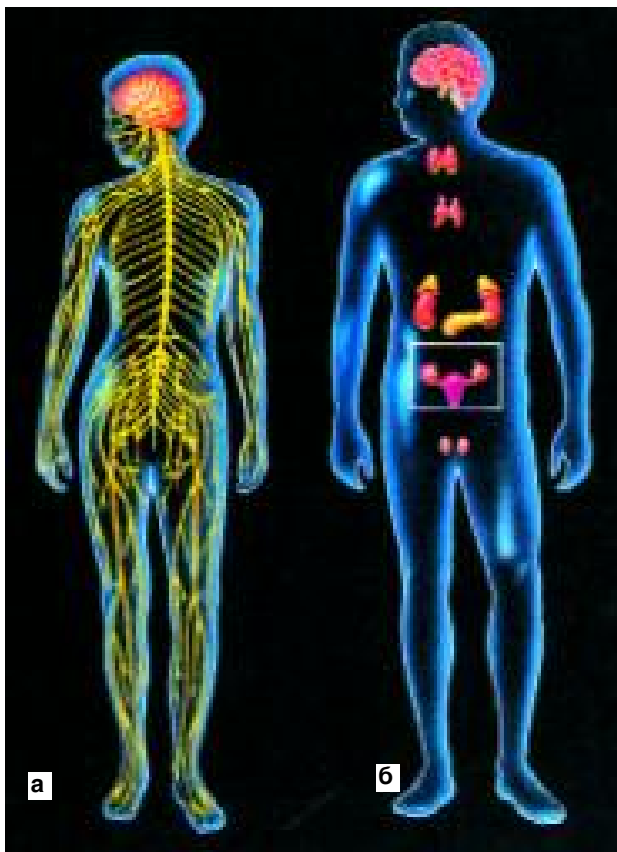
Грдна жлезда - тимус 187

Пинеална жлезда - епифиза 187

Други органи кои лачат хормони 188

6. РЕГУЛАТОРЕН СИСТЕМ

Кај човекот, нервниот и ендокриниот систем се регулатори на процесите во организмот. Тие вршат детекција на информациите, ја регистрираат секоја промена што потекнува од внатрешната и надворешната средина и соодветно реагираат на неа. Обата система се одговорни за усогласување на функциите на сите клетки во телото. Со тоа учествуваат во воспоставувањето на хомеостазата во организмот. Ендокриниот систем главно е поврзан со регулацијата на метаболичките процеси, додека нервниот ги регулира функциите кои овозможуваат брзо приспособување на организмот кон новонастанатите промени.



Регулаторен систем: а. нервен; б. ендокрин систем.

Промената што го поттикнува организмот на реакција се нарекува **нервен стимул** или дразба. Реакцијата на организмот се остварува преку соодветен **одговор**. Во табелата 6.1 може да видите и проучите како се регулираат некои состојби во организмот, преку нервниот и ендокриниот систем, предизвикани од внатрешни и надворешни дразби.

Суѓестии за настапничкој:

Пред почетокот на часот почете им на учениците еден пример за прием на конкретна стимулација. Дајте им задача секој од нив да запише: кој ја прима стимулацијата, кој е соодветниот одговор на организмот и кој орган треба да одговори во согласност со примената стимулација.

Нервниот и ендокриниот систем ги регулираат процесите во организмот.

Невро-ендокриниот систем ја детектира информацијата, а потоа ја регистрира и реагира на секоја промена во внатрешната и надворешната средина.

Со функционирање на регулаторниот систем се воспоставува хомеостаза во организмот.

Ендокриниот систем ги регулира метаболичните процеси, а нервниот систем ги регулира функциите кои овозможуваат приспособување на организмот кон промените во средината.

Нервен стимул или дразба е промената што предизвикува реакција на организмот со соодветен одговор.

Табела 6.1. Реакција на организмот како одговор на стимул од внатрешна и надворешна средина.

	Внатрешен стимул		Надворешен стимул	
	Нервен систем	Ендокрин систем	Нервен систем	Ендокрин систем
Стимул (дражба)	истегнување на сидот на мочниот меур	опаѓање на нивото на глукоза	силна светлина	золемено дехидрирање поради зголемена температура
Рецептори (примаат порака)	механорецептори	рецептори во меѓумозокот	фоторецептори	осморецептори
Одговор	празнење (микција) на мочниот меур	чувство на глад	затворање на очните капаци	лачење на антидиуретичен хормон
Ефектори (органи кои одговараат на стимулот)	мускулот сфинктер на мочниот меур	мускули и органи поврзани со консумирање на храната	мускули кои ги движат очните капаци	ги стимулира бубрежите за реапсорпција на вода

НЕРВЕН СИСТЕМ

ОПШТ ПЛАН НА ГРАДБАТА НА НЕРВНИОТ СИСТЕМ

Нервниот систем е изграден од централен и периферен дел. Од сликата 6.1.а. и шемата на сликата 6.1.б. може да се види дека:

1. Централниот нервен систем се состои од: ’рбетен и черепен мозок, додека

2. Периферниот нервен систем го сочинуваат: сите нерви кои носат нервни импулси од органите до черепниот или ’рбетниот мозок и ганглиите. Во зависност од начинот на регулирањето на физиолошките процеси тој е поделен на:

а. цереброспинален дел, кој опфаќа 12 пара главени (мозочни) нерви и ганглии и 31 пар ’рбетни (спинални) нерви и ганглии. Познат е уште како соматски бидејќи, ги контролира и усогласува функциите на скелетните мускули, поврзани со свесните физиолошки процеси (движење, трчање, пишување, пеење, цртање и др.) и

б. вегетативен дел, кој е изграден од вегетативни ганглии и нерви. Се нарекува вегетативен затоа што ги регулира и координира неволевите активности на виталните органи (работа на срце, дишење и многу др.). Вегетативниот нервен систем се состои од:

- ◆ симпатички дел и
- ◆ парасимпатички дел.

Суѓестии за наставничкој:

Ако училништето располага со нагледен материјал за градба на нервниот систем и нервната клетка, искористете ги за да добијат учениците подобра претстава за нивната внатрешна организација.

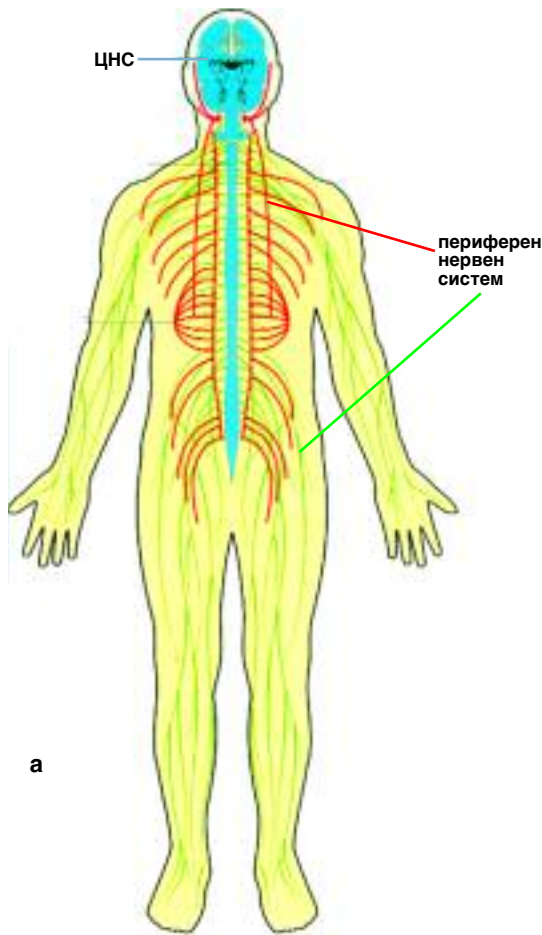
Нервниот систем го сочинуваат два дела: централен и периферен.

Во централниот нервен систем влегуваат ’рбетниот и черепниот мозок.

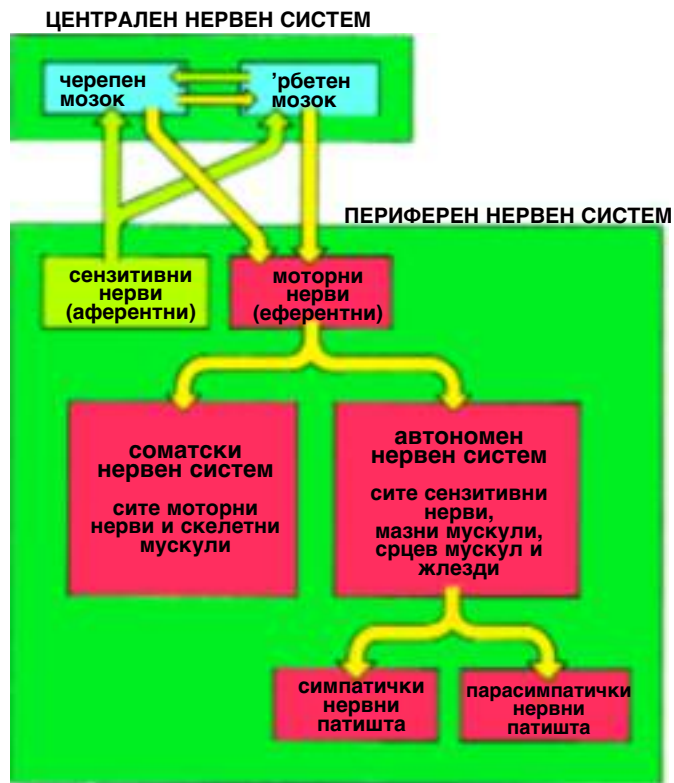
Периферниот нервен систем е составен од ганглии, сите нерви кои пренесуваат нервни импулси од сите органи до черепниот или ’рбетниот мозок.

Во зависност од начинот на регулирањето на физиолошките процеси периферниот нервен систем е поделен на цереброспинален (соматски) и вегетативен дел.

Цереброспиналниот дел ги контролира свесните физиолошки функции на скелетните мускули (движење, трчање, пишување, пеење, цртање и др.).



а



б

Сл. 6.1. а. Положба на централниот и периферниот нервен систем; б. шема за поделба на нервниот систем кај човекот.

Нервна клетка (neuron)

Нервните клетки или *неврони*, се основни единици во градбата на нервниот систем. Нервните клетки се одговорни и за спроведување на електро-хемиски пораки (импулси) низ телото на човекот. Постојат три типа нервни клетки:

1. **Сензитивни неврони**, кои пренесуваат нервен импулс од рецепторните клетки до ’рбетниот или черепниот мозок;

2. **Интерневрони**, кои ги пренесуваат нервните импулси од ’рбетниот до черепниот мозок и спротивно (имаат поврзувачка улога) и

3. **Моторни неврони**, кои ги пренесуваат нервните импулси од ’рбетниот и черепниот мозок до ефекторните органи (слика 6.2).

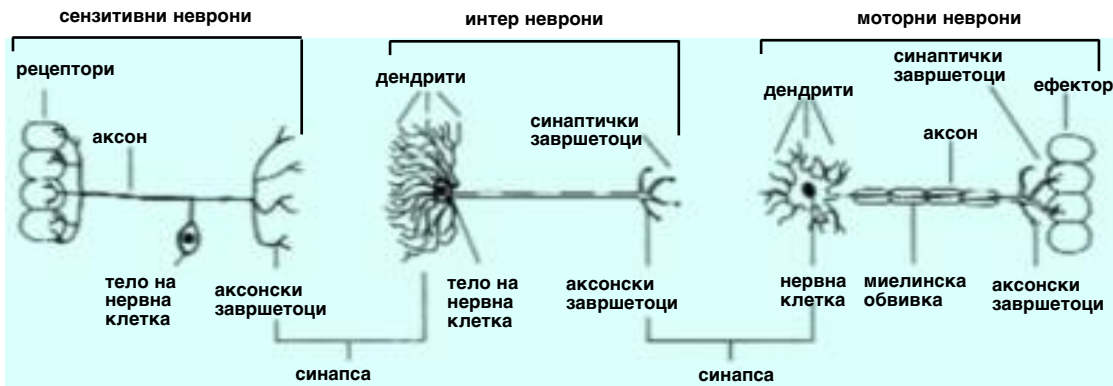
На сликата 6.3. можете да ја проучите градбата на нервната клетка, која се состои од:

Вегетативниот дел е составен од симпатички и парасимпатички дел и ги регулира неволевите активности на виталните органи (работа на срце, дишење и други).

Нервните клетки (неврони) се основни единици во градбата на нервниот систем.

Нервните клетки ги спроведуваат нервните импулси низ телото на човекот.

Во зависност од патот на нервниот импулс има три типа на нервни клетки: сензитивни неврони (од рецепторите до ’рбетниот или черепниот мозок), интерневрони (од ’рбетниот до черепниот мозок) и моторни неврони (од ’рбетниот и черепниот мозок до ефекторите).



Сл. 6.2. Нервен пат формиран од трите вида неврони.

♦ **тело на нервна клетка** (neurocit) со јадро во невроплазмата, кое заедно со дендритите ја градат сивата маса од нервното ткиво;

♦ **дендрити**-куси продолжетоци кои ги собираат нервните импулси од една или повеќе соседни клетки и ги спроведуваат до телото на нервната клетка;

♦ **аксони** (нервни влакна или неврити), кои ја сочинуваат белата маса од нервното ткиво и учествуваат во спроведувањето импулси на големо растојание (некои аксони може да се долги повеќе од 1m). Аксоните имаат неколку карактеристики:

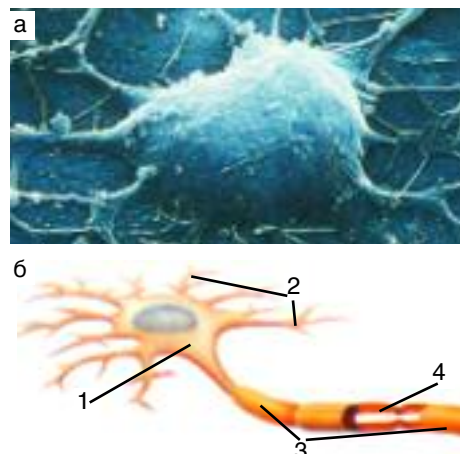
♦ содржат јони на **натриум и калиум**, за трансмисија на електро-хемиските сигнали;

♦ на површината аксоните имаат **Шванова (Schwann-ова) обвивка** која наизменично се стеснува и формира Ran viovv-стеснувања. Швановата обвивка продуцира липидна материја **миелин**. Нервните влакна, кои содржат миелинска обвивка се бели и наречени миелински. Амиелинските нервни влакна се сиви по боја и содржат само Шванова обвивка;

♦ на крајот завршуваат со аксонски **синаптички меурчиња** (везикули), кои ослободуваат хемиски материи-нервотрансмитери. **Невротрансмитерите** овозможуваат пренесување на нервниот импулс преку синапсата, на еден или повеќе дендрити, од соседните нервни клетки.

Функција на невроните и создавање на акциски потенцијал

Како и кај повеќето клетки, мембраната на нервната клетка е поларизирана. Поларитетот на мембраната се должи на разликата на концентрациите на јоните на калиум (K^+) и натриум (Na^+), како и на други јони во цитоплаз-



Сл. 6.3. Нервна клетка а. мотоневрон под електронски микроскоп б. градба на нервна клетка: 1. невроцит - тело на нервна клетка; 2. дендрити; 3. аксон - нервни влакна; 4. Шванова обвивка

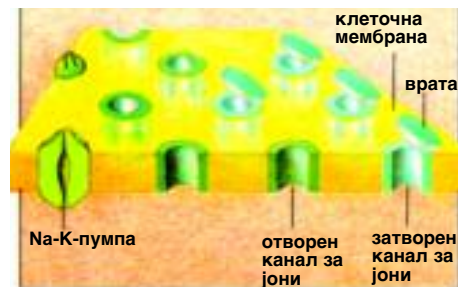
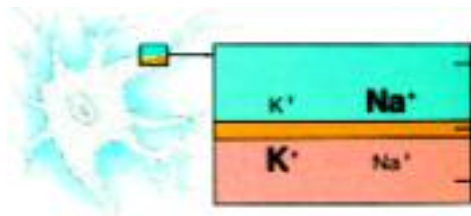
Нервната клетка е изградена од: тело на нервна клетка (невроцит), дендрити-куси продолжетоци и аксони (нервни влакна).

Низ аксоните се пренесува нервниот импулс.

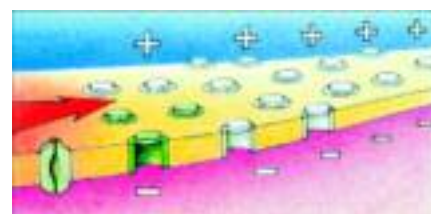
Суѓесѝии за насѝавникоѝ:

За ѝолесно разбирање и ѝоврзување на материјалот, укажете им на учениците да се ѝоѝсеѝаат за градба на клеѝочната мембрана и активниот ѝрансѝортѝ (на ѝринциѝ на ѝумѝи). Побарајте од учениците да ја сѝоредат ѝградбаѝта на цѝио-мембраната со слика 6.4. и да донесат заклучок.

мата и екстрацелуларната течност. Потенцијалната разлика на мембраната може да се претстави на следниот начин:



Сл.6.4. Клеточна мембрана на нервната клетка. Патишта за минување (каналите) на јони низ клеточната мембрана на нервната клетка. Каналите имаат влезни врати за регулација на движењето на јоните по принципот на „пумпи“.

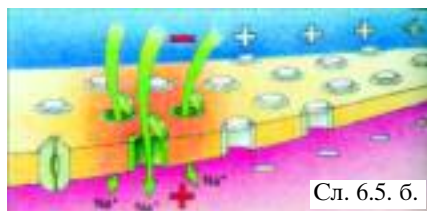


Сл. 6.5. а. Мембрана во мирување-мембрански потенцијал

Во услови на мирување мембраната е непропустлива за јоните на натриум навнатре, а незначително е пропустлива за јоните на калиум нанадвор. Мембраната има свои влезни врати, каде преку канали секој од јоните може да се транспортира во спротивната насока (слика 6.4). Кога мембраната е во мирување практично нема движење на јоните и таа е еднадвор електропозитивна, а однатре е електронегативна, што се означува како **мембрански потенцијал** (слика 6.5. а).

На сликите кои следат (слика 6.5. б. в. и г.) ќе ги проследите промените кои настануваат во мембраната на нервната клетка од моментот на примање на нервниот стимул, па сè до создавање и движење на нервниот импулс по нејзината должина.

Кога нервната клетка ќе прими одреден стимул, мембраната станува пропустлива за натриумот навнатре. Вратите за натриумови јони се отвораат (Na-пумпа) и тие навлегуваат во цитоплазмата.



Сл. 6.5. б.

Со навлегувањето на Na^+ , се менува јонската концентрација во клетката, со што го поттикнува отворањето на влезните врати за калиум. Тој започнува да излегува од клетката надвор (K-пумпа), во екстрацелуларната течност. Ова доведува до деполаризација на мембраната (во внатрешноста станува електропозитивна, а надвор, електронегативна). Потенцијалната разлика што се создава е причина за менување на мембранскиот потенцијал во акциски потенцијал (потенцијал на дејствување). Тој како бран на деполаризација (нервен импулс), се движи долж нервната клетка.



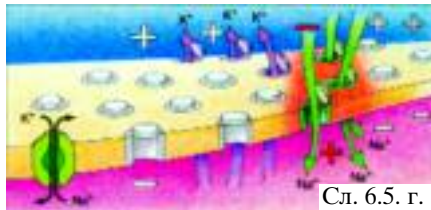
Сл. 6.5. в.

Мембраната на нервната клетка во мирување е поларизирана (однадвор електропозитивна, однатре електронегативна), состојба наречена мембрански потенцијал.

Во мирување мембраната на нервната клетка е непропустлива за јони на натриум.

Кога клетката ќе прими дразба, мембраната станува пропустлива за натриумовите јони и тие влегуваат во клетката.

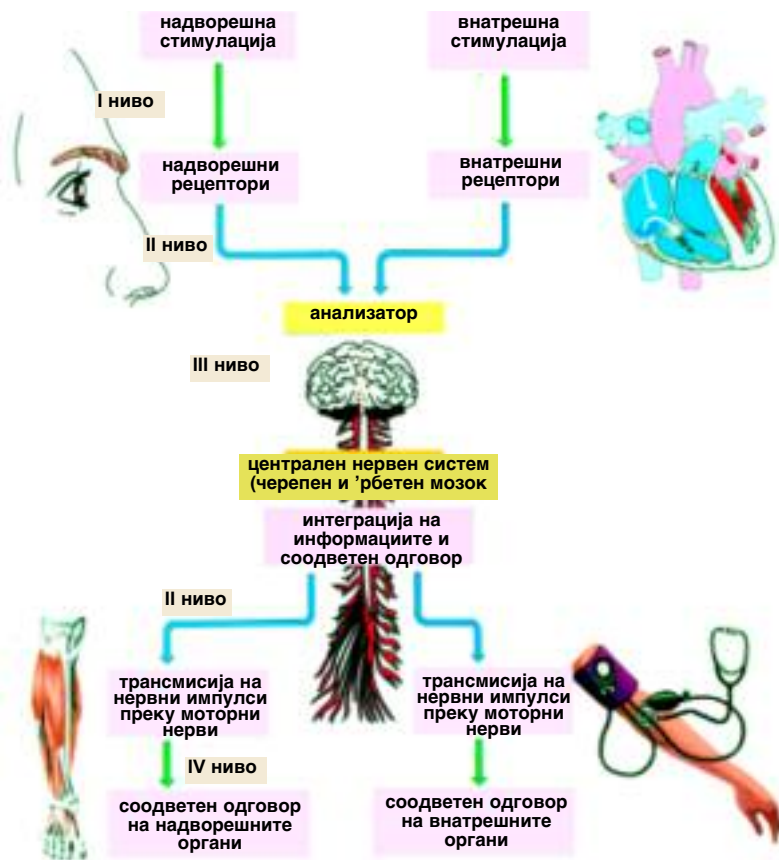
Со завршувањето на нервната стимулација, мембраната на клетката се реполаризира, односно се враќа во мирување.



Сл. 6.5. г.

НИВОА НА ФУНКЦИОНИРАЊЕ НА НЕРВНИОТ СИСТЕМ

Нервниот систем, остварува врска меѓу надворешната и внатрешната средина преку приемниците за нервни дразби (рецептори). Рецепторите претставуваат влез за информации во нервниот систем. Распоредени се во сите органи и преку нерви се поврзани со нервните центри во централниот нервен систем, каде што секоја информација се анализира, и се испраќа соодветен одговор до органите-ефектори (мускули или ендокрини жлезди). Оттука е јас-



Сл. 6.6. Нивоа во нервниот систем преку кои се остварува врска меѓу надворешната средина и организмот.

Навлегувањето на натриумовите јони во клетката овозможува излегување на калиумовите јони од клетката во екстрацелуларната течност кое доведува до деполяризација на мембраната (во внатрешноста станува електропозитивна, а однадвор, електронегативна).

Мембранскиот потенцијал во состојба на мирување на нервната клетка се менува во акциски потенцијал (потенцијал на дејствување) и притоа нервниот импулс се движи по должината на нервната клетка.

Со завршувањето на нервната стимулација, мембраната на клетката се реполаризира, и клетката се враќа во состојба на мирување.

Преку рецепторите влегуваат информациите и доаѓаат до нервниот систем, а на тој начин се остварува врска меѓу надворешната и внатрешната средина.

Поврзувањето на рецепторите со ефекторите е преку периферниот и централниот нервен систем..

но дека нервниот систем преку својот периферен и централен дел учествува во поврзувањето на рецепторите со ефекторите.

Во нервниот систем регулацијата и координацијата на функциите се одвива во четири нивоа: прием на информации, спроведување на информации, нивно толкување и одговор (слика 6.6).

Првото ниво се *приемниците* за нервни стимули (информации). Тоа се специјализирани сензитивни нервни клетки *рецептори* (за топло, ладно, притисок, вкус и др.), или *сетилни органи* (за слух, вид и др.), преку кои се остварува врска меѓу организмот и надворешната средина.

Второто ниво се *нервните патишта* за спроведување на нервните импулси од рецепторите до нервните центри, или од анализаторот до органите што треба да одговорат соодветно на примената дразба.

Третото ниво е *анализаторот* (нервен центар), во кој се интегрираат и обработуваат нервните импулси преку дефинирање на видот на дразбата, анализа и определување на нејзиниот квалитет. Тоа се овозможува со *интерневрониите* во централниот нервен систем, од каде се добива наредба за соодветен одговор на организмот.

Четвртото ниво се *ефекторите*, кои како одговор на примениот стимул, ја извршуваат наредбата, преку реакција на мускулите или жлездите.

РЕЦЕПТОРИ

Приемниците на дразби, преку кои се запознава организмот со промените во надворешната и внатрешната средина се претставени со рецепторите. Тие можат да бидат слободни нервни завршоци, специјализирани нервни клетки за прием на точно определени дразби, или да се групирани со други ткива формирајќи сетилни органи (око, уво и др.). Познатиот физиолог Иван Павлов, сите нервни клетки кои учествуваат во примањето и спроведувањето на нервните стимулации, заедно со нервните клетки кои учествуваат во обработката на дразбата во мозочната кора, ги дефинирал како **анализатор**. Според тоа анализаторот се состои од рецептор, сензитивен нерв и нервен центар.

Рецепторите во зависност од видот на стимулацијата која ја примаат, може да бидат: хеморецептори, механорецептори, терморецептори и фоторецептори. На табелата 6.2 се претставени некои од нив.

Нервниот систем врши регулација и координација на функциите преку четири нивоа: 1. прием на информации - рецептори, 2. спроведување на информации (нервни патишта), 3. нивно толкување (анализатор - нервен центар) и 4. Одговор (ефектори).

Рецепторите претставуваат приемници на дразби, за промени кои настануваат во надворешната и внатрешната средина.

Рецепторите се слободни нервни завршоци или специјализирани нервни клетки или групирани во сетилни органи (око, уво).

Рецепторите можат да бидат: хеморецептори, механорецептори, терморецептори, фоторецептори.

Табела 6.2.

Видови рецептори	Вид стимулација (дражба)	Специјализирани клетки, сетилни органи-анализатори
хемотрецептори	1. а, б. хемиска дражба на молекулите растворени во вода 2. промени на јонската концентрација (Na ⁺ , K ⁺)	1.а. сетило за мирис–олфакторна мембрана; 1.б. сетило за вкус– вкусни папили на јазикот; 2. осмотрецептори
механорецептори	механичка: а. допир б. притисок в. звук г. поместување на подлогата: – во услови на мирување – ротациони и брзи движења	а. Мајснерово телце б. Фатер – Пачиниево телце в. фонорецептори во сетило за слух г. за рамнотежа во внатрешното уво: – статичка рамнотежа – динамичка рамнотежа
термотрецептори	температура а. ладно б. топло	а. телца на Краузе б. телца на Руфини
фоторецептори	светлосна	фоторецептори во сетило за вид

Особини на рецепторите

Сите видови рецептори, иако се приспособени да примаат различни нервни стимулации, се карактеризираат со неколку заеднички особености. Тоа се:

- ♦ Способност за примање на одреден вид стимул (дражба), кој се нарекува **адекватна дражба**. На пример адекватна дражба на сетилото за вид, е светлосната, која го овозможува формирањето на ликот. Механичката дражба (удар или притисок), создава чувство на болка и затоа е **неадекватна дражба**.

- ♦ Степенот на надразливост, кој е различен за секој вид рецептор, се определува преку **прагот на драбата** кој се дефинира како најмал интензитет на драбата која за најкратко време може да го надразни рецепторот.

- ♦ Способност на рецепторите да го определат **интензитетот и квалитетот** на нервната стимулација. Сетилото за слух може да ја определи јачината на звукот (шепот од нормален говор), но истовремено и да разграничи пријатни од непријатни звуци.

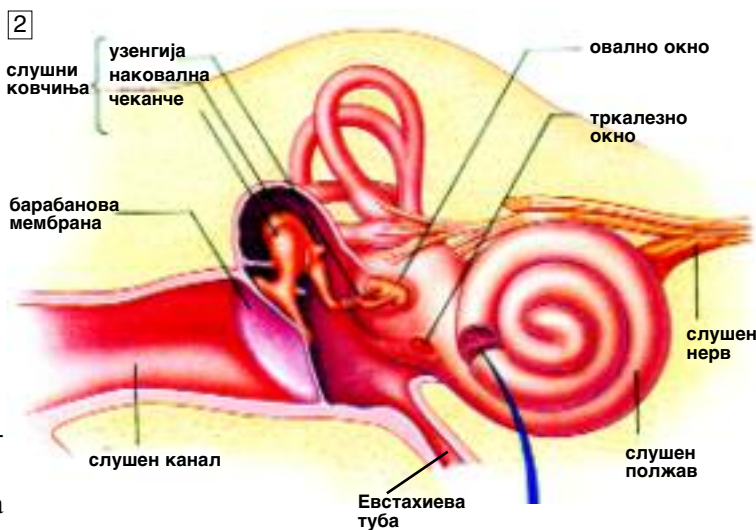
- ♦ Способност на рецепторот за **адапација** на интензитетот на драбата. Кога сетилата се изложени подолго време на една иста стимулација, по извесно време се приспособуваат на неа. Така, во првиот контакт, музиката во дискотеките, ја чувствуваме како премногу силна звучна дражба. Меѓутоа, за многу кратко време сетилото се адаптира на неа, а нормалниот говор ни прилега на шепот, затоа што се зголемува прагот на драбата на рецепторите.

Рецепторите се карактеризираат со способност да примаат адекватна дражба, со одреден праг на надразнување, можат да го определат интензитетот, квалитетот на драбата и да се адаптираат спрема неа.

Фонорецепторите во сетилото за слух ја примаат механичката дражба во вид на звучни бранови.

Сетило за слух

Сетилото за слух содржи фонорецептори, кои примаат механичка дразба во вид на звучни бранови. На сликата 6.7, претставена е градбата на сетилото за слух - увото, на која може да го следите патот на движењето на звучните бранови, од надворешното, преку средното до внатрешното уво, кое се одвива во три етапи. Во внатрешното уво се наоѓа органот на Корти, во кој се сместени фонорецепторите.



Прва етапа е движење на звучниот сигнал низ надворешното уво:

- ◆ слушната школка ги прифаќа и насочува звучните бранови во надворешниот слушен канал;

- ◆ слушниот канал завршува со барабанова мембрана, која под дејство на звучните бранувања трепери (вибрира);

Втората етапа го опфаќа движењето на звучните вибрации низ средното уво:

- ◆ треперењата на барабановата мембрана се пренесуваат преку систем од лостови, на трите слушни ковчиња; чеканче (maleus), наковална (incus) и узенгија (stapes). Тие се поместуваат со што узенгијата ги пренесува вибрациите преку овалното окно (отвор за влез на звучните бранови во слушниот полжав);

- ◆ звучните вибрации се пренесуваат врз перилимфата во полжавот од внатрешното уво;

Во **третата етапа** се одвива примањето и спроведувањето на звучните вибрации:

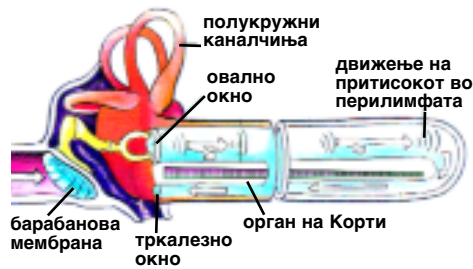
- ◆ вибрациите од перилимфата се предаваат на ендолимфата од слушниот полжав. Во него, на базалната мембрана е сместен Кортиев орган кој ги содржи фонорецепторите.

- ◆ рецепторите на површината се снабдени со трепки, кои како последица на треперењето на базалната мембрана

Движењето на звукот во увото се одвива во три етапи: 1. движење на звучниот сигнал низ надворешното уво, 2. движење на звучните вибрации низ средното уво и 3. примање и спроведување на звучните вибрации.



Сл. 6.7. а. 1. градба на увото (надворешно, средно и внатрешно уво), 2. градба на внатрешното уво, 3. градба на органот на Корти.



Сл. 6.7.б. Спроведување на звучната дразба низ внатрешно уво.

на, се допираат до мембраната текторија (membrana taectoria), со што истите се надразнуваат;

♦ аксоните на сетилните клетки го градат слушниот нерв преку кој се пренесува нервниот импулс до слушниот центар. Во него се создава осетот за примената звучна дразба.

Во средното уво се наоѓа отвор кој преку Евстахиевите туби комуницира со голтникот. Оваа комуникација овозможува изедначување на притисокот меѓу средното уво и надворешната средина што е впечатливо при промената на надморската височина.

Сетило за вид

Сетилото за вид содржи фотосензибилен пигмент родопсин, кој овозможува примање на светлосната енергија. Во табелата 6.3 се прикажани составните делови на окото и нивната улога, додека на сликата 6.8 е претставена неговата градба.

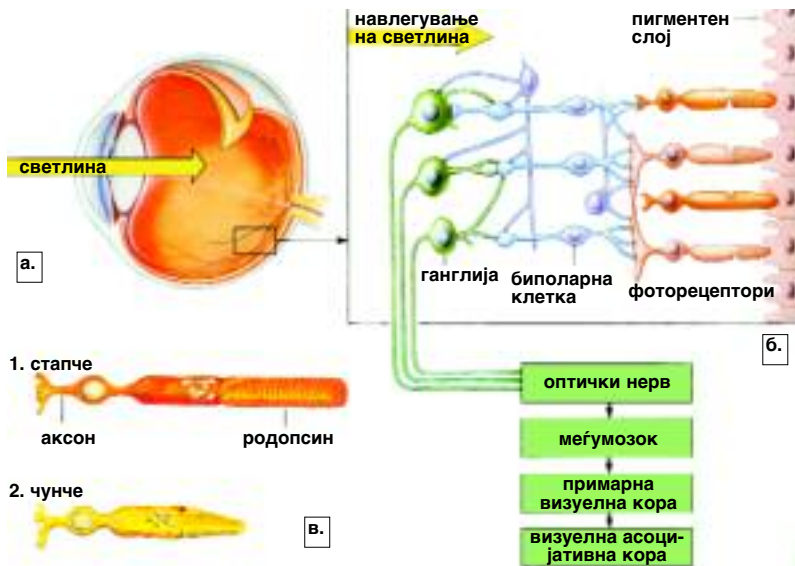
Ако добро ја проучите градбата и улогата на деловите на окото ќе забележите дека фоторецепторите се сместени во мрежницата на окото, додека **оптичкиот апарат** на окото го сочинуваат: *рожницата, очната водичка, биконкавната леќа и стаклениото тело*. Движењето на светлосната енергија во окото ќе го претставиме во три етапи (слика 6.9).

Табела 6.3. Градба и функција на окото.

Обвивки на очното јаболко и заштитни органи на окото	Градбени делови на очните обвивки	Функција на деловите на сетилото за вид
Надворешна обвивка	– рожница (cornea) – белка (sclera)	– пропуштање на светлината – фокусирање на светлината
Средна обвивка	1. шареница (iris) (обоен дел) – – зеница (pupilla), отвор на шареницата 2. цилијарно тело: – мускул со лигаменти врзан за леќата 3. садовница (chorioidea)	1. адаптација на одреден интензитет на светлината 2. акомодација на окото – прицврстување на леќата 3. пропуштање на светлината – потпора на леќата – прекршување на светлината
Внатрешна обвивка	1. пигментен слој 2. мрежница (retina) а. жолта дамка – (fovea) б. фоторецепторни клетки: – чунчиња – стапчиња	Апсорпција и конверзија на светлосната дразба 1. дневно, колорно гледање – (обоено гледање) 2. ноќно–неколорно гледање
Заштитни и помошни делови на окото	1. очни капаци со трепки 2. очни мускули 3. солзен апарат	1. спречува влез на големи честички 2. помагаат во движењето на окото 3. подмакување на окото



Интензитетот на звукот се мери со мерна единица *бел*. Оселивоста на сетилото за слух се изразува во десет пати помала единица, односно со *децибел*. Прагот на сетилото за звук е нешто поголем од нула децибели. Увото најдобро ги прима звучните бранови со интензитет од 60 до 80 децибели. Горната граница изнесува 140 децибели. Звучните бранови над оваа граница предизвикуваат чувство на болка.



Сл. 6.8. а. Градба на сетилото за вид; б. градба на фотосензитивниот дел на окото (мрежница); в. фотосензитивни клетки (1. стапчиња; 2. чунчиња).

1. светлината поминува низ просирната рожница и продолжува низ зеницата до леќата;

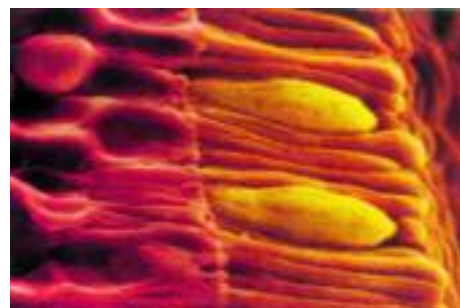
2. во леќата светлината се прекршува, и се проектира до задниот дел на очното јаболко, во жолтата дамка на мрежницата;

3. формираниот лик е превртен и намален. Светлината ја примаат стапчињата кои содржат родопсин. Таа предизвикува биохемиски промени во мрежницата, разложувајќи го родопсинот. Со тоа се овозможува спроведување на нервниот импулс преку очниот нерв до нервниот центар во кој се врши корекција на сликата. Родопсинот се троши во текот на денот, но се синтетизира во текот на ноќта, во присуство на витаминот-А (β -каротин).

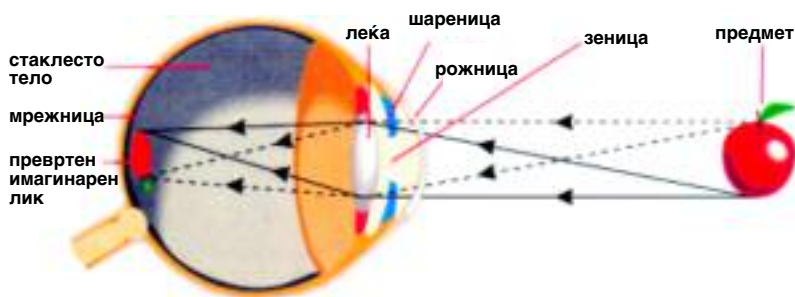
Родопсин е фотосензибилен пигмент, кој ја прима светлосната енергија во сетилото за вид.

Сетилото за вид е изградено од: 1. надворешна обвивка, 2. средна обвивка, 3. внатрешна обвивка - мрежница, 4. заштитни и помошни делови на окото.

Фотосензитивниот дел на окото е составен од мрежница и фотосензибилни клетки (стапчиња и чунчиња).



Изглед на мрежница (електронски микроскоп)



Сл. 6.9. Движење на светлината низ оптичкиот систем на окото, прекршување на светлината и проекција на ликот во жолтата дамка.

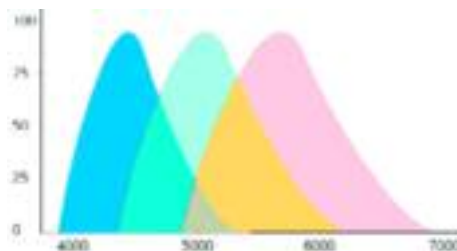
Сетилото за вид се карактеризира со:

- ♦ *способност* за *адапација*, која овозможува приспособување на сетилото на различен интензитет на светлина (темно и светло) со отворање и затворање на зеницата;

- ♦ *способност* за *акомодација* или јасно гледање на предметите на различно растојание. Оваа способност се остварува со испакнување или израмнување на сферната површина на очната леќа со помош на цилијарниот мускул. При гледање на блиски предмети леќата се испакнува, додека при гледање на оддалечени предмети се израмнува;

- ♦ *способност* за *колорно гледање*, кое е физиолошка појава со која се овозможува гледање во боја. Условено е од присуството на специфични хемиски материи во чунчињата, кои се чувствителни на основните бои на светлината, со различна бранова должина (црвена, жолта и зелена). Со едновремено дразнење се создава впечаток за белата боја, додека со нерамномерно дразнење на чунчињата се добиваат другите бои и нивните нијанси (слика 6.10).

Сетилото за вид има способност за адаптација (темно и светло), за акомодација (различно растојание и за колорно гледање).



Сл. 6.10. Основни бои на видливиот сончев спектар со различна бранова должина и ефектот при формирањето на боите во чунчињата.



ЗА ОНИЕ КОИ САКААТ ДА ЗНААТ ПОВЕЌЕ

Аномалии во гледањето

Кај нормалниот вид (*еметропија*), прекршувањето на светлината треба да биде во мрежницата, односно во макулата (место на најјасен вид). Според тоа нарушувањето во гледањето на оддалечени предмети ќе настане кога паралелните зраци не се фокусираат (сечат) во мрежницата, туку надвор од неа. Кај кратковидното око (*миопија*), фокусирањето е пред мрежницата (б), додека кај далековидно око (*хиперметропно*), фокусот паѓа зад мрежницата. Корекција на видот се прави со очила или соодветни очни леќи. *Диоптериот* ја претставува моќта на окото за прекршување. Леќа со еден диоптер има фокусно прекршување од 1 m. Една од најчестите аномалии на видот е кратковидоста или *миопија*, која се јавува во секое доба од животот, додека далеководоста, најчесто се јавува со староста, поради губењето на еластичноста на леќата.



Диоптрија е единица за мерење на прекршувачката сила на диоптричкиот апарат, која одговара на прекршувачката сила на леќата со фокусното растојание од 1m.

Реакција на зеницата

Зеницата (црпка), е отвор централно поставен во ирисот (шареницата), преку кој се овозможува пропуштање на светлината во окото. За да може ликот јасно да се гледа, се регулира отворот на зеницата, со што се пропушта определено количество светлина во окото. При помал интензитет на светлина или ако предметот што го гледаме е оддалечен, се контрахира радијалниот мускул дилататор (*m.dilatator pupillae*), со што зеницата се шири и се пропушта повеќе светлина за *акомодација* на окото. При поголем интензитет на светлина или кога се набљудува предметот од блиску, кружниот мускул сфинктер (*m. sphincter pupillae*), ја собира зеницата што се пропушта помалку светлина во окото.

Рефлексната реакција на ширењето и собирањето на зеницата, при променлив интензитет на светлина е наречена *рефлекс на зеницата*. Тој има различна вредност кај луѓето.

СПРОВОДНИ НЕРВНИ ПАТИШТА

На почетокот на темата е напоменато дека спроводните нервни патишта влегуваат во градбата на периферниот нервен систем. Потсетете се на положбата на периферниот нервен систем во организмот од сликата 6.1. Од шемата на сликата 6.11, може да видите дека тој се состои од соматски или цереброспинален нервен систем и од вегетативен или автономен нервен систем, за кој ќе стане збор подоцна.



Сл. 6.11. Делови на периферен нервен систем.

Соматскиот дел го сочинуваат нервите кои излегуваат од черепниот мозок (главени или черепно-мозочни нерви) и од ’рбетниот мозок (спинални или ’рбетно-мозочни нерви). **Главените нерви** (12 пара) излегуваат од различни делови на черепниот мозок и се упатуваат кон сетилата, мускулите и жлездите, лоцирани на главата (слика 6.12). Исклучок е нервот скитник (*n. vagus*), кој преминува преку градната во stomачната празнина и ги инервира органите за респирација и дигестија.

Спиналните нерви (31 пар) излегуваат од ’рбетниот мозок, и тоа по еден пар од секој сегмент на ’рбетот. Секој од нив има два корена: моторен (преден корен) и сензитивен (заден) корен. Сензитивниот корен на определено растојание има ганглија. Корените се соединуваат по ганглијата и формираат мешовит нерв, на кој многу често му се приклучува и вегетативниот нерв (слика 6.13).

Нервните импулси кои се регистрирани од рецепторите во одделни региони на организмот, се движат преку сензитивните нерви од соматскиот дел на нервниот систем, кон нервните центри во ’рбетниот или черепниот мозок. Одговорот на примената информација, од нервниот центар кон ефекторот се пренесува преку моторните нерви, во обратна насока. Во која насока ќе се одвива движењето на импулсот во овој циклус, зависи од организацијата на неврните.

Во ’рбетниот и черепниот мозок постојат голем број „локални“ циклуси, во кои движењето на импулсот е огра-

Периферниот нервен систем го сочинуваат спроводни нервни патишта.

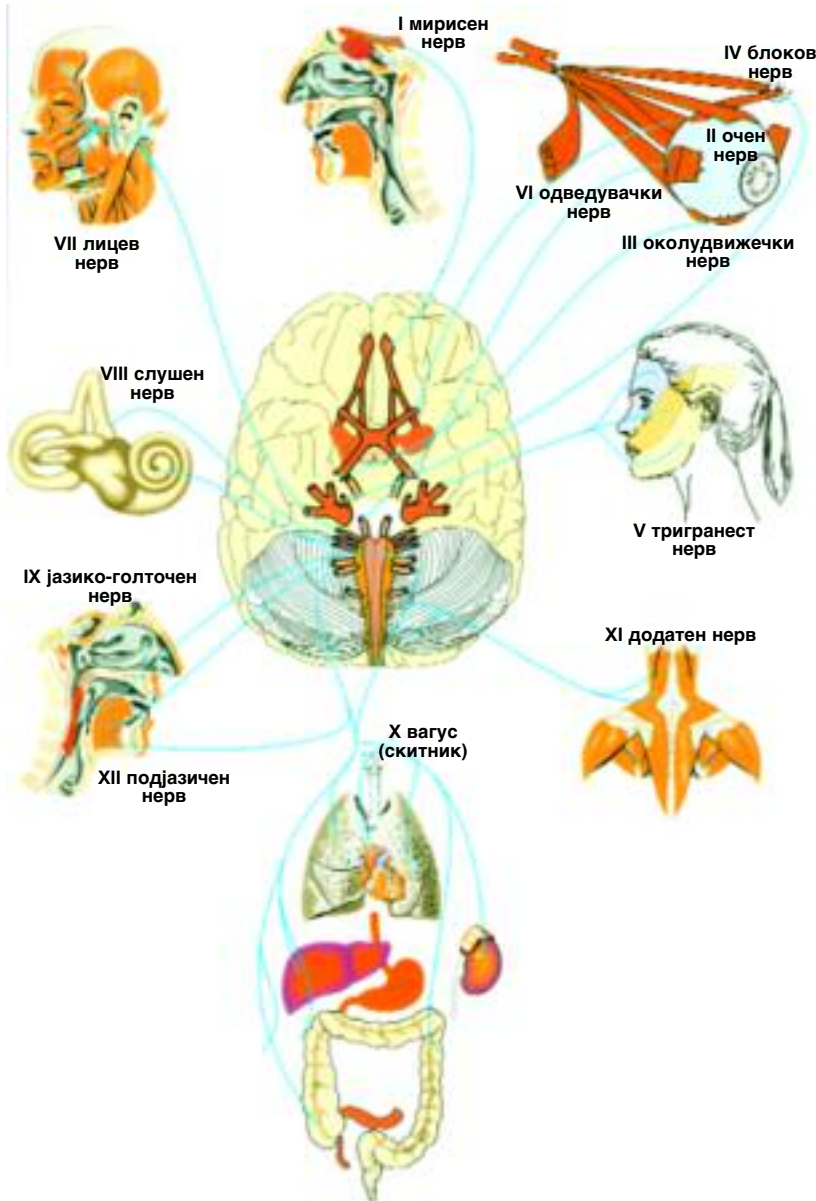
Соматскиот дел е составен од главени нерви кои излегуваат од черепниот мозок и од спинални нерви кои излегуваат од ’рбетниот мозок.

12 пара главени нерви се упатуваат кон сетилата, мускулите и жлездите во главата (освен нервот скитник - *n. vagus*).

Вагусот поминува низ градната во stomачната празнина и ги инервира органите за респирација и дигестија.

31 пар спинални нерви излегуваат од ’рбетниот мозок и тие имаат два корена: еден моторен и еден сензитивен корен.

Регистрираните нервни импулси од рецепторите се пренесуваат преку соматскиот дел на нервниот систем, до нервните центри во ’рбетниот или черепниот мозок.

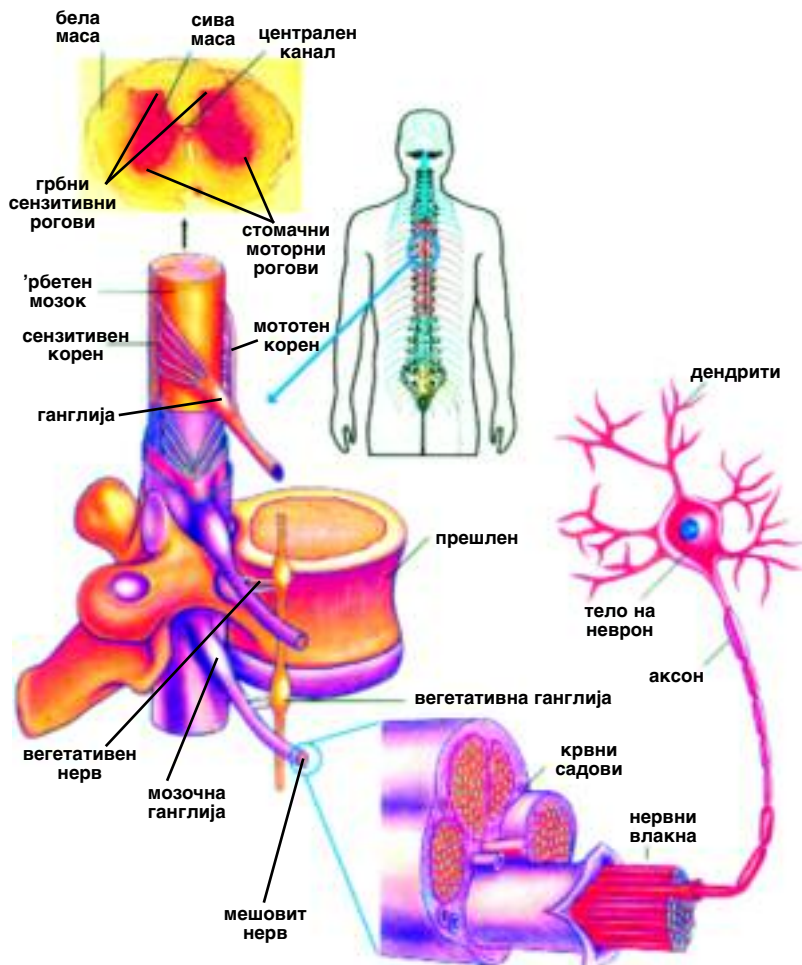


Сл. 6.12. Органи на главата инервирани од главените нерви.
1, 2, 8, пар нерви се сензитивни, 4, 6, 11, 12, пар нерви се моторни, 3, 5, 7, 9, 10 пар е мешовит

ничено на еден регион. За разлика од нив, во циклусот меѓу черепниот или ’рбетниот мозок со останатите делови од телото, движењето на нервниот импулс се остварува на подолга релација. Притоа се вклучени повеќе нивоа на организација.

Нервот е изграден од повеќе аксони (нервните влакна) на нервните клетки, кои се обвиткани со заедничка сврзна обвивка. Во зависност од тоа во која насока го спроведуваат нервниот импулс разликуваме:

- ♦ **сензитивни нерви**, кои ги поврзуваат рецепторите со нервните центри во ’рбетниот или черепниот мозок. Тие



Одговорот од нервниот центар кон ефекторот се пренесува преку моторните нерви.

Циклусот на примањето на дразбата, пренесувањето до нервните центри и одговорот до ефекторот може да биде „локален“ (импулсот се движи во еден мал регион) и поголем циклус (од черепниот или 'рбетниот мозок до останатите делови од телото).

Нервот е изграден од аксони (нервни влакна) на нервните клетки. Тие се обвиткани со заедничка обвивка.

Според насоката во која се пренесува нервната дразба има: сензитивни (аферентен пат), моторни (еферентен пат) и мешовити нерви.

Сл. 6.13. Спинални нерви.

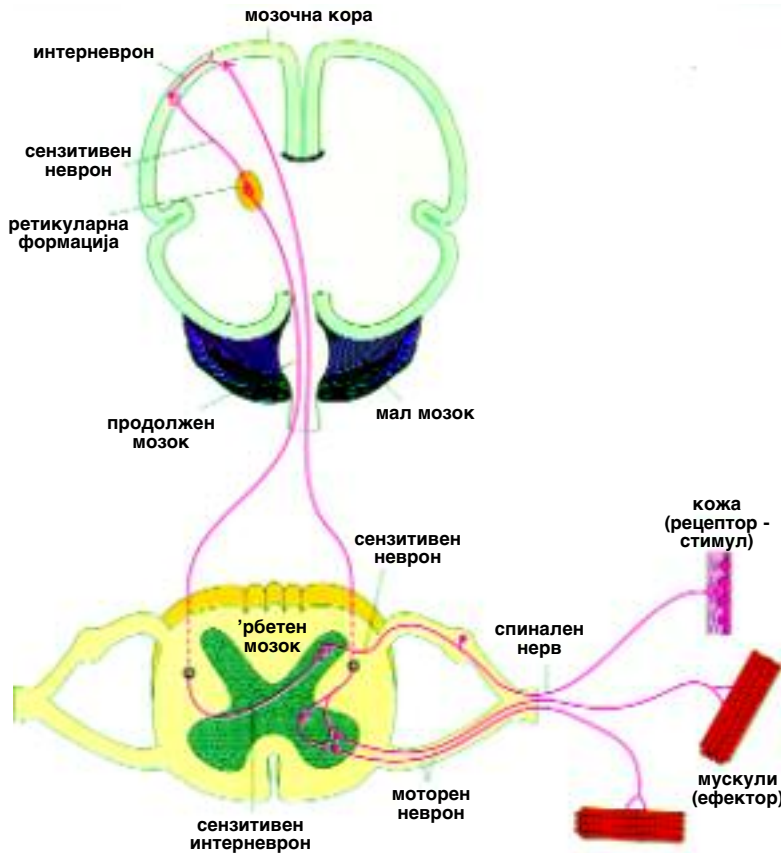
на излез од 'рбетниот мозок формираат сензитивен, качувачки (аферентен) нервен пат;

- ♦ **моторни нерви**, кои ги поврзуваат нервните центри со ефекторите и го формираат моторниот, слегувачки (еферентен) нервен пат и

- ♦ **мешовити нерви**, кои се изградени и од сензитивни и од моторни нервни влакна. Тие ги спроведуваат нервните импулси во обете насоки. Кон нив се вклучуваат и вегетативните нерви.

Периферниот и централниот нервен систем се поврзуваат преку нервни патишта, означени како 'рбетно-мозочни нервни патишта. **Аферентниот нервен пат** го пренесува нервниот импулс од рецепторите, преку сензитивните нерви влегува во задниот корен од сивата маса на 'рбетниот мозок (слика 6.14). Од тука, преку продолжениот мозок и преку мостот на Вароли се пренесува во средниот, малиот

Периферниот и централниот нервен систем се поврзани преку 'рбетно-мозочни нервни патишта.



Патот на нервниот импулс од рецепторите преку сензитивните нерви е следниот: до задните рогови од сивата маса на 'рбетниот мозок - преку аферентен пат до продолжениот мозок, па до средниот и малиот мозок - од ретикуларната формација на меѓумозокот до кората на големиот мозок.

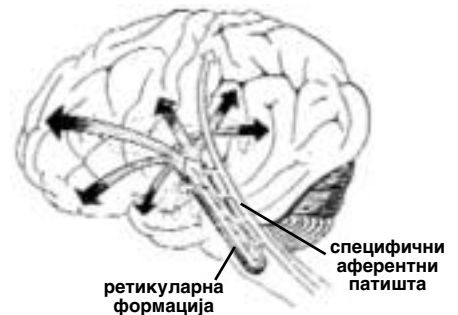
Сл. 6.14. Движење на нервниот импулс преку аферентни нервни патишта од рецепторите и спроведување на одговор преку еферентен нервни пат до ефекторот.

мозок и во ретикуларната формација на меѓумозокот. Во продолжениот мозок доаѓа до прекрстување на нервните патишта, така што нервите од левата половина на телото, завршуваат во нервните центри на десната хемисфера на големиот мозок, додека оние кои доаѓаат од десната половина на телото завршуваат во левата хемисфера на големиот мозок. Од ретикуларната формација нервните патишта продолжуваат во кората на големиот мозок до примарните нервни центри.

Еферентните (слегувачките) **патишта** поаѓаат од нервните центри во кората на големиот мозок, ја поврзуваат со супкортикалните јадра, потоа минуваат низ ретикуларната формација и преку продолжениот мозок се спуштаат до 'рбетниот мозок. Од предниот корен на сивата маса на 'рбетниот мозок, излегуваат моторните нерви кои го носат нервниот импулс до ефекторите.

Брзината на движење на нервниот импулс е исклучително голема и може да изнесува 120 m/sec, што е далеку побрзо од хормонските пораки. Кај амиелинските нервни влакна, движењето е континуирано по целата должина на нев-

При патување на нервниот импулс до кората на големиот мозок, во продолжениот мозок доаѓа до прекрстување на нервните патишта (нервите од левата половина на телото, завршуваат во центрите на десната хемисфера, а нервните од десната половина на телото завршуваат во левата хемисфера).



Ретикуларна формација: мрежа од нерви, кои потекнуваат од продолжен мозок, мост на Вароли, среден мозок и меѓумозок.

ронот и затоа е побавно. Кај миелинските, нервниот импулс се движи во скокови, од едно до друго Ранвиерово стеснување. Колку е поголемо растојанието меѓу засеците на нервното влакно толку побрзо се движи нервниот импулс.

НЕРВЕН ЦЕНТАР И ОБРАБОТКА НА НЕРВНИТЕ ИМПУЛСИ

За разлика од останатиот животински свет, интеракцијата на човекот со надворешната средина не се остварува само преку простите рефлексни реакции, кои подразбираат прием на стимул и брз одговор. Човекот извршува сложени нервни активности, поврзани со мисловните процеси (споредување, анализа, размислување, учење, помнење), чии центри се лоцирани во кората на големиот мозок. Дел од информациите кои преку аферентните нервни патишта ќе се спроведат до 'рбетниот или черепниот мозок се пренесуваат до нижите или вишите нервни центри.

Нервниот центар се дефинира како збир од повеќе неврони кои учествуваат во остварување на некоја определена рефлексна активност. Во физиолошка смисла на зборот, нервниот центар претставува функционално обединување на повеќе нервни центри кои се наоѓаат во повисоките зони на нервниот систем. Во нервните центри сензорната информација станува дел од механизмот за анализа и обработка, потоа или се меморира во одредени подрачја во кората, од каде по потреба може да се користи за повторна обработката, или со време може да се избрише.

Локализација на нижите и вишите нервни центри

Централниот нервен систем е претставен со 'рбеиен мозок (*medulla spinalis*) и череиен мозок (*cerebrum*). Овие два дела од ЦНС имаат слична градба. Од надвор се обвиткани со три **мозочни обвивки** (*meninges*), внатрешна мека (*pia mater*), средна пајажинеста (*arachnoidea*) и цврста обвивка (*dura mater*), распоредена под коските на черепот.

Во овие делови на ЦНС нервното ткиво е претставено со сива маса (невроцити и дендрити) и бела маса (аксони). Распоредот на сивата и белата маса е различен.

Во 'рбеииниот мозок сивата маса е поставена централно и има форма на пеперутка со раширени крилја (слика б. 13). Краевите ги формираат сензитивните и моторните рогови, на кои се надоврзуваат сензитивните и моторните

Еферентните патишта поаѓаат од нервните центри во кората и се движат преку супкортикалните јадра, кон ретикуларната формација од каде преку продолжениот мозок се спуштаат во 'рбетниот мозок.

Од предните рогови на сивата маса на 'рбетниот мозок, излегуваат моторните нерви кои го носат нервниот импулс до ефекторите.

Брзината на движење на нервниот импулс може да е 120 m/sec.

За разлика од другите животни, човекот извршува сложени нервни активности (споредување, анализа, размислување, учење, помнење), чии центри се лоцирани во развиената кора на големиот мозок.

Дел од информациите преку аферентните нервни патишта се спроведуваат до 'рбетниот или черепниот мозок и се пренесуваат до нижите или вишите нервни центри.

Нервен центар претставува збир од повеќе неврони кои учествуваат во остварување на некоја определена активност.

Во нервниот центар сензорната информација е дел од механизмот за анализа и обработка, или истата се меморира.

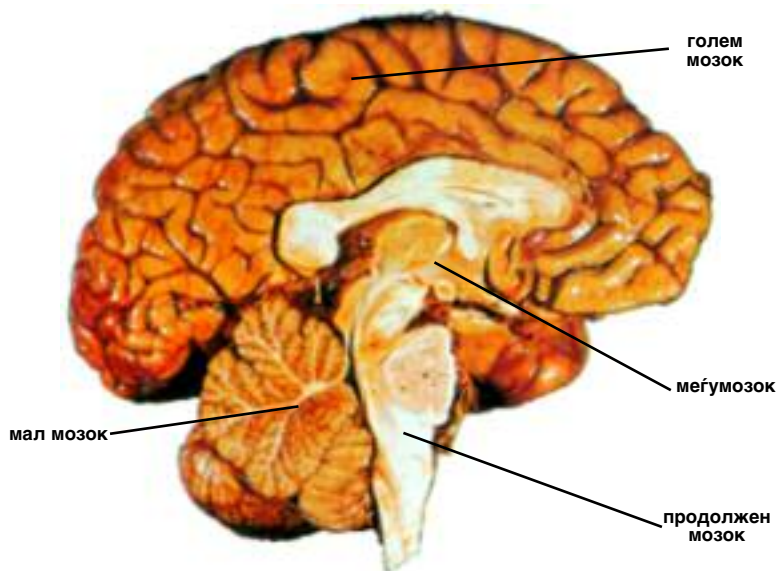
Во составот на централниот нервен систем влегува 'рбетниот (*medulla spinalis*) и черепниот мозок (*cerebrum*).

Двата дела на централниот нервен систем се обвиткани со три мозочни обвивки: 1. внатрешна мека обвивка (*pia mater*), 2. средна пајажинеста (*arachnoidea*) и 3. цврста (*dura mater*).

нерви. Белата маса е распоредена околу неа и таа ги претставува мозочните столбови (аферентните и еферентните нервни патишта).

Во средината на 'рбетниот мозок се содржи централен канал кој преку 'рбетномозочна течност комуницира со четирите мозочни комори (празнини) во черепниот мозок.

Во *черепниот мозок* белата маса е распоредена во централниот дел, а сивата маса во периферниот дел е претставена со мозочна кора и супкортикални јадра (слика 6.15). Нешто повеќе за градбата на секој од нив.



Сл. 6.15. Градба и положба на черепните мозоци.

Продолжениот мозок (*medulla oblongata*) се надоврзува на 'рбетниот мозок, за кој се карактеристични две задебелувања-пирамиди. Во нив доаѓа до вкрстување на моторните нервни патишта. Од него поаѓаат најголем број главени нерви (8 пара). На предниот дел се надоврзува мостот на Вароли (*pons Varollii*). Во продолжениот мозок е сместена четвртата мозочна комора.

Малиот мозок (*cerebellum*) содржи две хемисфери меѓу кои се наоѓа црвовиден израсток (*vermis*). Сивата маса е периферно поставена, а белата маса, внатре формира структура во форма на стебло.

Средниот мозок (*mesencephalon*) содржи: четири задебелувања - 2 видни и 2 слушни, црна супстанција (*substantia nigra*) и централно поставено црвено јадро (*nucleus ruber*)

Во черепниот и 'рбетниот мозок, нервното ткиво е изградено од сива маса (невроцити и дендрити) и бела маса (аксони).

Во 'рбетниот мозок сивата маса е централно поставена во форма на пеперутка, а белата е распоредена околу сивата.

Во черепниот мозок белата маса е распоредена во центарот и обвиткана е со сива маса.

На 'рбетниот мозок се надоврзува продолжениот мозок кој има две задебелувања пирамиди, во кои се вкрстуваат моторните патишта и во него е сместена четвртата мозочна комора.

Од продолжениот мозок поаѓаат 8 пара главени нерви. На него се надоврзува мостот на Вароли (*pons Varollii*).

Во продолжениот мозок се центрираат: дишење, работа на срце, крвен притисок, за кашлање, кивање, повраќање, за цицање, лачење на дигестивни сокови, голтање.

Малиот мозок содржи две хемисфери. Сивата маса е распоредена периферно, а белата маса однатре.

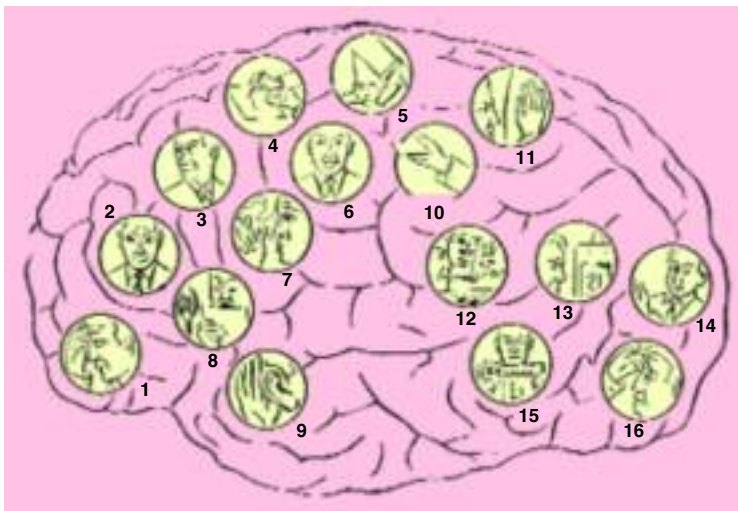
Малиот мозок ги координира мускулните движења и тонусот, рамнотежата на телото.

Средниот мозок има четири задебелувања 2 видни и 2 слушни, црна супстанција и црвено јадро.

Во средниот мозок се сместени: примарниот, видниот и слушниот центар, и во него се регулираат сложените автоматски движења.

Во меѓумозокој̄ (diencephalon) сивата маса формира јадра кои го сочинуваат таламусот (thalamus) со базалниот дел - hypothalamus. Хипоталамусот преку нервно-хипофизарна дршка се поврзува со ендокрината жлезда-хипофиза. Над него е расположен епиталамусот (epithalamus). Таламусот е релејна станица низ која минуваат сите сензитивни патишта (освен од рецепторот за мирис), кои продолжуваат во кората на големиот мозок. Функциите на продолжениот мозок се под директна контрола на кората на големиот мозок и супкортикалните јадра. Во меѓумозокот е сместена третата мозочна комора.

Големиот мозок (telencephalon) се состои од две хемисфери, кои меѓу себе се поврзани со мозочна греда. Во него се лоцирани првата и втората мозочна комора. Сивата маса влегува во градбата на кората (cortex) на големиот мозок и мозочните јадра, кои се сместени под кортексот и се наречени базални (супкортикални) јадра. Функционално, кората е поделена во три зони, моторна, сензитивна и асоцијативна, места на вишата нервна активност на човекот. Невроните од овие три зони се значајни за создавање на условни рефлексии поврзани со функциите во одредените центри (слика 6.16. а).



Сл. 6.16. а. Положба на нервните центри во кората на големиот мозок, Центар за: 1. врзување на мислите, 2. движење на окото, 3. движење на главата, 4. пишување, 5. движење на ногата, 6. движење на лицевите мускули, 7. движење на устата, 8. говор, 9. слух, 10. допир, 11. болка, 12. читање ноти, 13. читање броеви, 14. препознавање, 15. читање текст, 16. вид.

Филогенетски најстариот дел од кората на големиот мозок е **лимбичкиот систем**. Преку овој систем се остварува врската меѓу соматскиот и вегетативниот нервен систем. Со ова поврзување се овозможува приспособување на

Во меѓумозокот е сместен таламусот и хипоталамусот.

Хипоталамусот преку дршка се поврзува со ендокрината жлезда-хипофиза.

Таламусот е станица низ која минуваат сензитивните патишта (освен од рецепторот за мирис), кои продолжуваат во кората на големиот мозок.

Меѓумозокот е сензитивен центар кој ја регулира работата на внатрешните органи и хипофизата. Во него се центрите за: глад, ситост и жед. Има влијание врз емотивните реакции (страх, бес, лутина, љубов, сексуален нагон).

Големиот мозок е изграден од две хемисфери, кои се поврзани со мозочната греда.

Кортексот на големиот мозок и мозочните (супкортикални) јадра се изградени од сива маса.

Кората е поделена на три зони: моторна, сензитивна и асоцијативна.

Лимбичниот систем е поврзан со инстинкти (исхрана, сексуално однесување, грижа за потомството и др.), емоционални реакции на човекот, помнење и др.

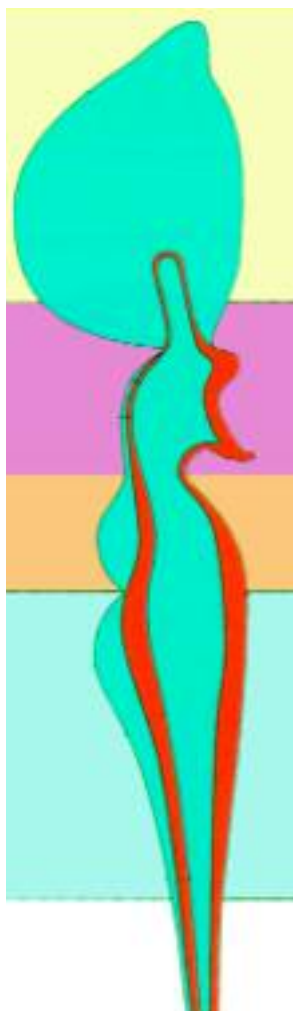
Во фронталниот дел од кората е сместен центарот за говор.

функциите на внатрешните органи кон потребите на организмот, условени од надворешната средина. Неговата функција е поврзана со инстинктите (исхрана, сексуално однесување, грижа за потомството и др.), емоционалните реакции на човекот, помнењето и др.

Преку центрите од кортексот се управува со духовниот живот на човекот. Центрите меѓу себе не се изолирани туку се поврзуваат со нервни врски во малите циклуси. При тоа, еден впечаток или сеќавање се поврзува со повеќе други за да се формира целосна слика за проблемот што се обработува. Од обемот на врските, богатството на центрите и градбата на нервното ткиво зависат умствените способности на човекот. Сите центри можат да се развиваат и усовршуваат.

На сликата 6.16. б. прикажани се функциите на поодделните делови од ЦНС.

Во кората на големиот мозок се сместени: моторната зона (центри одговорни за свесните - волеви движења на екстремитетите, сензитивната зона (центри за сензибилност - за допир, температура, болка) и асоцијативна зона (анализатор за гледање, слушање, мирис, вкус).



Голем мозок

- кора:
- моторна зона – моторни нервни центри одговорни за свесните (волеви) движења, поврзани со движењето на екстремитетите (возење велосипед, пишување, играње топка и др.);
- сензитивна зона – центри за општ сензибилитет (осет за допир, температура, болка и др.);
- асоцијативна зона – анализатор за гледање, слушање, мирис, вкус;
- во фронталниот дел е сместен центарот за говор.

Меѓумозок е значаен сензитивен центар;

- супкортикален центар на вегетативниот нервен систем кој влијае врз работата на внатрешните органи;
- регулатор на хипофизната функција, преку лачење на ослободувачки фактори (рилизинг хормони);
- центри за глад, ситост и жед;
- влијание врз терморегулацијата;
- влијание врз сонот и будната состојба;
- влијание врз инстинктите и емотивното однесување (страв, бес, лутина, љубов, сексуален нагон)

Среден мозок

- виден и слушен центар;
- регулира сложени автоматски движења.

Мал мозок

- координација на мускулните движења и рамнотежата.

Продолжен мозок

- регулира некои витални функции: дишење, срцева работа, крвен притисок;
- Мост на Вароли – низ него минуваат нервни патишта кон продолжениот, малиот и средниот мозок;
- пневмотаксичен центар и центар за исправено оденење.
- одбранбени рефлексии: кашлање, кивање, повраќање;
- рефлексии при исхраната: цицање, лачење на дигестивни сокови, голтање;

Рбетен мозок

1. спроводна улога – врска меѓу аферентни и еферентни нервни патишта.
2. рефлексна улога – инервација на мускули на: дијафрагма, меѓуребрени, горни и долни екстремитети, полова активност, центар за микција и дефекација, за потење и вазомоторика на крвните садови, рефлекс на Ахиловата тетива и др.

Сл. 6.16. б. Функција на деловите од ЦНС.

Рефлекси

Активноста на нервните центри се остварува преку рефлексни реакции кои Иван Павлов ги поделил во *безусловни вродени рефлекс* и *условни стекнатии рефлекс*. Во нижите нервни центри се лоцирани безусловните рефлекс, додека во вишите нервни центри се сместени условните кои се пресудни за правилниот контакт на човекот со околината.

Во физиологијата рефлексот претставува реакција на одреден дел од телото на примена специфична дразба без учество на волјата и свеста. Тој е основен облик на физиолошка активност на нервниот систем. *Рефлексот* се дефинира како несвесна реакција на ефекторот при дразнење на рецепторот. Рефлексната активност му овозможува на човекот брзо да реагира на разни промени од надворешната и внатрешната средина и адекватно да се приспособи на нив. Рефлексната реакција се остварува со учество на рефлексните центри, лоцирани во различни делови на централниот нервен систем. Кај човекот рефлексната активност е мошне значајна. Така, при оштетување на кој било дел од централниот нервен систем доаѓа до тежок инвалидитет и без постојана нега, се оневозможува одвивање на нормалните животни функции.

Безусловни рефлекс

Безусловниите или *вродени рефлекс* се наследни, еднообразни рефлексни реакции, кои се формираат во различни делови на централниот нервен систем. Тие настануваат во пониско организирани делови од централниот нервен систем, и претставуваат пониска нервна активност на организмот. Во нив спаѓаат: пателарниот рефлекс, рефлексот на Ахиловата тетива, абдоминалниот рефлекс и др. На пример со удар на тетивата на четириглавиот мускул (m. quadriceps), под самата чашка на зглобот на коленото, се предизвикува контракција на мускулот и издолжување (екстензија) на потколеницата (слика 6.17). Центарот на пателарниот рефлекс е сместен во рбетниот мозок, во слабинскиот регион (L2-L4). Рефлексот на зеницата (пупиларен рефлекс), претставува пример за вегетативен рефлекс на собирање на зеницата при силен интензитет на светлина. Овие рефлекс се одвиваат преку простите рефлексни лаци.



Во текот на првата година од животот кај детето се развиени само неколку центри: за движење, слушање, гледање и др. Преку играта, песните, приказните, телевизијата и др. децата се здобиваат со одредени впечатоци, со кои го развиваат мозокот и ја збогатуваат нивната фантазија. Подоцна во училиштето, преку изучување на разни предмети детето добива повеќе и посложени знаења кои го условуваат развивањето на центрите за читање, цртање, пишување и други активности. Сето ова придонесува за збогатување на неговиот духовен живот.

Рефлексните реакции се поделени на безусловни (вродени) рефлекс и условни (стекнати) рефлекс.

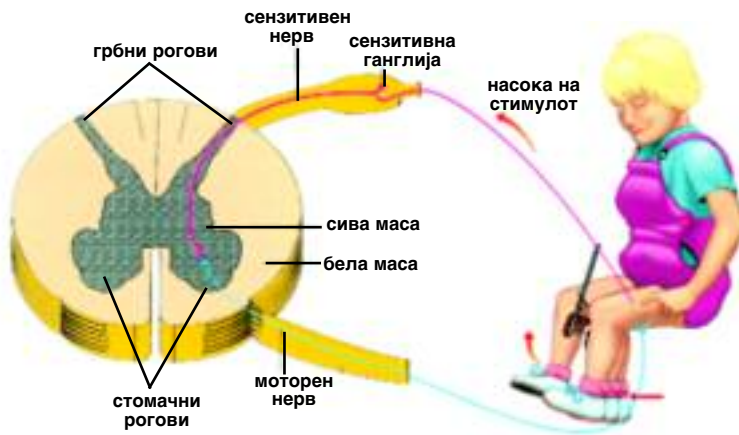
Безусловните рефлекс се остваруваат во нижите нервни центри, додека условните во вишите нервни центри.

Рефлекс е реакција на одреден дел од телото на примена дразба без учество на волјата и свеста и е основен облик на физиолошка активност на нервниот систем.

Со рефлексна активност човекот брзо реагира на разни промени, од надворешната и внатрешната средина.

При оштетување на некој дел од ЦНС доведува до инвалидитет и нема можност да се одвиваат животните функции.

Безусловните или вродени рефлекс се наследни, кои се одвиваат во пониско организирани делови од централниот нервен систем.

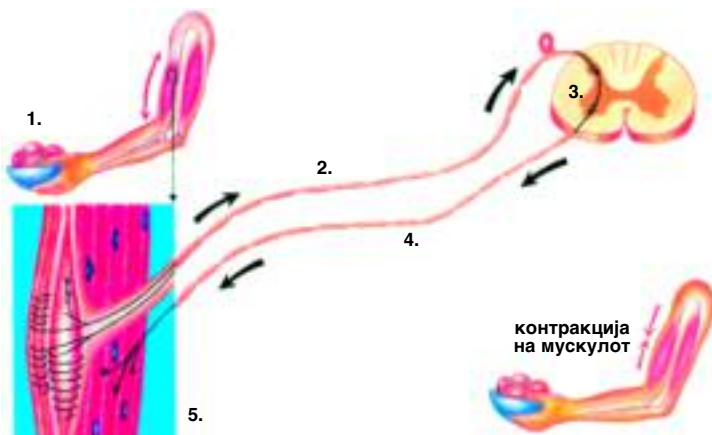


Сл. 6.17. Пателарен рефлекс на екстензија (издолжување) на потколеницата.

Рефлексен лак

Нервниот пат по кој се движи нервниот импулс од рецепторот до ефекторот е наречен **рефлексен лак**. Рефлексот претставува најпримитивен начин на реакција на организмот, во кој отсуствува свеста. Потсетете се како реагираате кога ќе се допрете до жешок предмет? Дали прво размислувате што да направите или рефлексно ја поместувате раката? Истото можете да го проследите на слика 6.18, каде е претставен патот на движење на нервниот импулс преку рефлексниот лак, кој се состои од пет елементи:

1. рецептори (за допир во мускулите), кои ја примаат дразбата;
2. сензитивни нерви или качувачки (аферентни) низ кои се спроведува нервниот импулс до 'рбетниот мозок;
3. синапса во 'рбетниот мозок, меѓу сензитивниот и моторниот нерв;
4. моторен нерв (еферентен) до ефекторот и
5. одговор на ефекторот.

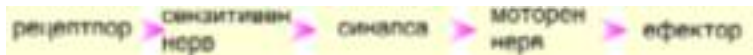


Во безусловни рефлекси спаѓаат: пателарниот, абдоминалниот рефлекс, рефлексот на Ахиловата тетива, на зеницата и др.

Патот по кој се движи нервниот импулс од рецепторот до ефекторот е наречен рефлексен лак кој содржи пет елементи: 1. рецептор, 2. сензитивен нерв (аферентен), 3. синапса во 'рбетниот мозок, меѓу сензитивниот и моторниот нерв, 4. моторен нерв (еферентен) и 5. ефектор.

Сл. 6.18. Рефлексен лак. 1. рецептор кој ја прима дразбата, 2. сензитивен нерв - аферентен (до 'рбетниот мозок), 3. синапса во 'рбетниот мозок, меѓу сензитивниот и моторниот нерв, 4. моторен нерв - еферентен (до ефекторот) и 5. одговор на ефекторот.

4. моторни нерви или слегувачки (еферентни) низ кои се спроведува нервниот импулс до ефекторот;
5. контракција на ефекторот (скелетниот мускул).



Делот од телото со поголем број рецептори кои при стимулација реагираат со одреден рефлексен одговор е **рецептивно поле на рефлексот**. Времето од моментот на стимулацијата до моментот на рефлексниот одговор на ефекторот се нарекува **рефлексно време**. Колку е помал бројот на вметнати неврони меѓу рецепторот и ефекторот, толку е покусо рефлексното време.

Сложениите безусловни рефлексно-инстинкти, се формираат во повисоко организирани делови на централниот нервен систем (ЦНС). **Инстинктивниот** претставува автоматско повеќе или помалку еднообразно однесување на организмот. Од биолошки аспект инстинктите се поделени на: одбранбени, ориентациони, полови и инстинкти поврзани за исхраната. На табелата 6.4 се прикажани сложените рефлексни, нивната положба во ЦНС и видот на реакцијата.

Дел од телото со поголем број рецептори се нарекува рецептивно поле на рефлексот.

Времето од моментот на стимулацијата до моментот на рефлексниот одговор на ефекторот се нарекува рефлексно време.

Сложените безусловни рефлексни или инстинкти, се формираат во повисоко организирани делови на ЦНС.

Инстинктот е автоматско еднообразно однесување на еден организам.

Табела 6.4. Видови сложени рефлексни и нивната положба во ЦНС.

Видови инстинкти	Видови рефлексни	Положба во ЦНС	Вид на реакцијата
Одбранбени	корнеален	продолжен мозок	затворање на очните капаци
	пупиларен	среден мозок	стеснување на отворот на зеницата
	на дијафрагма и градни мускули	вратен регион на 'рбетен мозок	подигнување на дијафрагмата и контракција на градните мускули
Ориентациони	лабиринтни	продолжен мозок	просторна ориентација
	акустични	среден мозок	вртење на главата
Врзани за исхрана	за лачење на дигестивни сокови	продолжен мозок	лачење на плунка и желудочен сок
	цицање, голтање	продолжен мозок	контракција на мускулите
	дефекација	'рбетен мозок	празнење на дебелото црево
	микција	'рбетен мозок–крсен регион	празнење на мочниот меур
Полови	ејакулација	'рбетен мозок–крсен регион	контракција на одводни канали (семевооди)

Условни рефлекс

Условни или стекнатии рефлекс, се индивидуални рефлексни реакции, кои настануваат во текот на животот, преку повеќекратно повторување на дразбата или вежбање. Поврзани се со активноста на кората на големиот мозок. Формирањето на условните рефлeksi е условено од постоењето на безусловните. За разлика од безусловните, условните рефлeksi се непостојани. Во врска со условните рефлeksi, во кората на големиот мозок се одвиваат два антагонистички процеси: процеси на дразнење и процеси на инхибиција (кочење). Ако условните рефлeksi не се повторуваат, можат постепено да згаснат, а по потреба да се обноват. Згаснувањето на условниот рефлекс може да настане и ако се стимулира со посилна дразба, од онаа што го формирала рефлексот, кога доаѓа до т. н. инхибиција.

Голем број активности (навики во однесувањето) на човекот се базираат врз условните рефлeksi. На пример, навиките кои се поврзани со исхраната. Секој од нас оброците ги распределува во одреден период од денот. Ако од кои било причини прескокнете еден оброк, чувствувате болка во желудникот од рефлексното лачење на желудочен сок. Ако практикувате неколку дена да го прескокнете истиот оброк, по извесно време болката во желудникот нема да се јави. Преку овој пример може да се објасни условниот рефлекс, врз постоење на безусловен рефлекс за лачење на желудочен сок. Желудочната секреција започнува со внесувањето на храната која е безусловна дразба. Храната во усната празнина го дразни рефлексниот центар во продолжениот мозок и со тоа започнува желудочната секреција. Помислата на храна, како условната дразба го стимулира рефлексниот центар. Со тоа се воспоставува врска на доминантност меѓу анализаторот во кората на големиот мозок и рефлексниот центар. Главен услов за воспоставување на оваа врска е безусловната дразба да биде посилна од условната. Ако подолго време отсуствува условната дразба (не се внесува храна во определеното време), тогаш условниот рефлекс ќе исчезне.

Условните рефлeksi во текот на животот кај човекот овозможуваат зголемување на можните начини на реакции на нервниот систем кон различните нервни стимули.

Со повеќекратно повторување на една дразба во текот на животот настануваат условни или стекнати рефлeksi.

Условниот рефлекс е непостојан во текот на животот и му го збогатуваат нервниот систем со зголемувањето на начинот на реакција на организмот кон различните нервни стимули.

Синапса

Поврзувањето на нервите од периферниот со централниот нервен систем, како и поврзувањето меѓу неговите одделни делови се остварува преку синапсите. Синапсата е физиолошка врска што се воспоставува меѓу две поларизирани мембрани. Меѓу нив постои простор, наречен синаптичка пукнатина (слика 6.19). Таа се состои од претсинаптичко нервно влакно (лоцирано пред пукнатината), синаптичка пукнатина и постсинаптичко нервно влакно (сместено по пукнатината). Кога нервниот импулс ќе достигне до крајот на аксонот, во синаптичката пукнатина, од везикулите се ослободуваат **невротрансмитерите** (ацетилхолин, норадреналин). Тие вршат трансмисија на нервниот импулс до постсинаптичката мембрана, која станува пропустлива за натриумови јони, со што започнува создавање на нов акциски потенцијал. Со прекинување на дразбата, трансмитерите се разложуваат со учество на ензими.

Секоја синапса се карактеризира со способност:

- ◆ да ги одбере потребните нервни импулси, да ги насочи кон други синапси или
- ◆ да ги задржи и сумира нервните импулси, со што ќе ги засили (амплифицира) и ќе ги спроведе на друго нервно влакно и
- ◆ да ги игнорира познатите информации и да ја спречи нивната трансмисија во нервните центри.

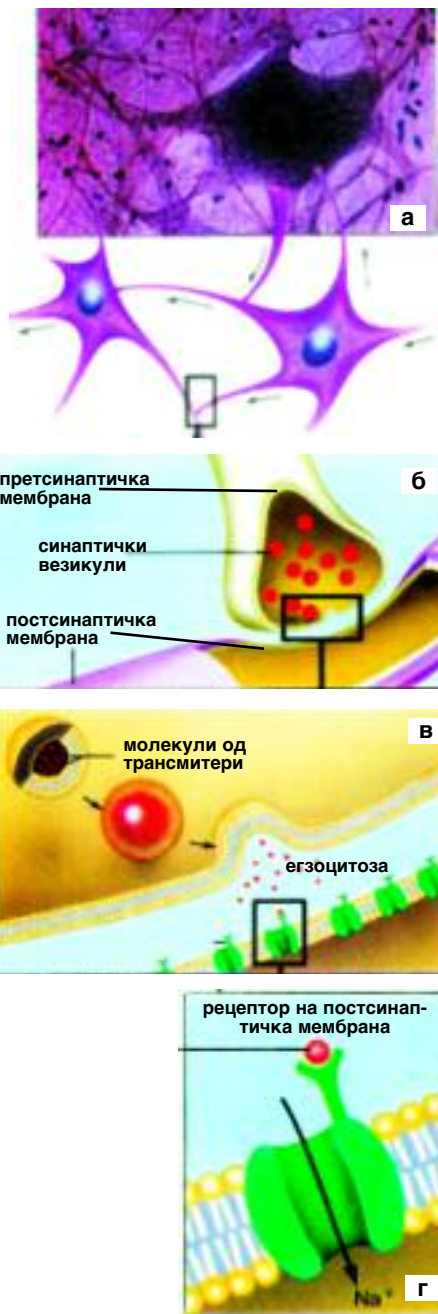
Синапсите се наоѓаат во различни делови од нервниот систем, и во зависност од тоа разликуваме периферни и централни синапси.

Периферните синапси се воспоставуваат меѓу нервната и мускулната или епителната клетка. Градбата на периферните синапси е едноставна. Неа ја сочинуваат едно моторно нервно влакно со една мускулна или епителна клетка, меѓу кои постои само една синапса. Периферните синапси се однесуваат на простите рефлексни лаци.

Централните синапси се сместени во сивата маса на централниот нервен систем. За разлика од периферните синапси тие се доста сложени, бидејќи меѓу сензитивните и моторните нервни клетки се вметнати повеќе аксони од другите нервни клетки.

Нервно-мускулна синапса

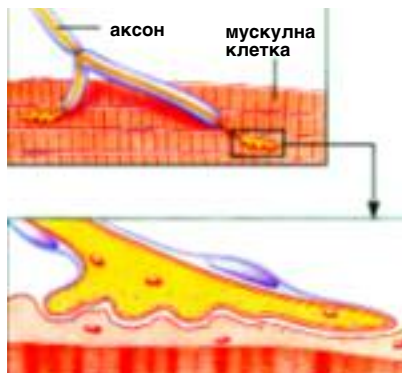
Нервно-мускулната синапса или *завршна ѝлоча* остварува функционална врска меѓу мотоневронот и мускулната клетка преку аксонските гранчиња.



Сл. 6.19. Синапса: а. нервна клетка; б. аксонско гранче и синаптичка врска со постсинаптичката мембрана; в. ослободување на невротрансмитерот во синаптичката пукнатина; г. пропустливост на постсинаптичката мембрана за Na^+ , со учество на невротрансмитерите.

Основната морфо-функционална единица на нервно-мускулната синапса е *мотонервната единица* (слика 6.20). Неа ја сочинуваат аксонските гранки на мотоневронот и сите мускулни клетки до кои допираат завршните делови на аксонот. Моторните единици можат да бидат мали, кога се состојат од релативно мали мотоневрони и мал број мускулни клетки (околу десетина). Тие ги градат моторните единици на мускулите на лицето, мускулите на дланките и стапалата. Големите моторни единици се состојат од голем мотоневрон кој зафаќа поголем број мускулни клетки (неколку илјади). Тие се содржат во големите мускули на трупот и екстремитетите.

Нервно-мускулната синапса се состои од претсинаптичка мембрана на аксонот, постсинаптичка мембрана на сарколемата и меѓу нив синаптичка пукнатина. Везикулите на претсинаптичкото нервно влакно содржат медијатор ацетилхолин и ензим холин-естераза. Пренесувањето на нервниот импулс од нервното на мускулното влакно може да се претстави во неколку етапи.



Сл. 6.20. Нервно-мускулна единица

Првата етапа започнува со доаѓањето на нервниот импулс до крајот на аксонот. Тоа е причина за ослободување на определено количество ацетилхолин.

Во **втората етапа** ацетилхолинот навлегува во постсинаптичката мембрана и гради комплекс со холинрецепторот. Овој комплекс ја зголемува јонската пропустливост на постсинаптичката мембрана за Na^+ и K^+ . Со тоа се создаваат услови за локална деполаризација, односно создавање на потенцијал на мускулната плоча.

Третата етапа е кога потенцијалот на мускулната плоча ќе го достигне праговото надразување, со што се создава акциски потенцијал кој ќе се прошири надвор од мускулната единица. Од таму процесот на деполаризација ќе се движи по должината на сите клетки зафатени со бранот на деполаризација.

Четвртата етапа се состои од брзо разложување на комплексот во присуство на ензимот ацетилхолин-естераза, при што сарколемата се деполаризира, а со тоа исчезнува потенцијалот на моторната плоча.

Синапсата е физиолошка врска што се воспоставува меѓу две поларизирани мембрани.

Синапсата се состои од претсинаптичко нервно влакно (пред пукнатината), синаптичка пукнатина и постсинаптичко нервно влакно (по пукнатината).

Ацетилхолинот и норадреналинот се невротрансмитери кои вршат пренесување на импулсот до постсинаптичката мембрана.

Синапсата има способност нервните импулси: да ги одбере и испрати, да ги задржи и сумира со што ќе ги засили, или да не ги прима познатите информации.

Во зависност од местото каде се наоѓаат постојат периферни (меѓу нервна и мускулна или епителна) и централни (во сивата маса на ЦНС) синапси.

Моторна единица претставува основна морфо-функционална единица на нервно-мускулната синапса. Таа е составена од аксонски гранки на мотоневрон и мускулни клетки.

Нервно-мускулната синапса е составена од претсинаптичка мембрана на аксонот, синаптичка пукнатина и постсинаптичка мембрана на сарколемата.

Преносот на нервен импулс од нервно на мускулно влакно се одвива преку: ослободување на ацетилхолин во постсинаптичката мембрана, создава потенцијал на мускулната плоча, со што создава акциски потенцијал кој се шири надвор од мускулната единица.

ЕФЕКТОРИ

Ефекторите се последното ниво во регулацијата на нервниот систем. Претставени се со мускули и жлезди. До сега научивте дека мускулите се состојат од напречно-пругаво, мазно и срцево мускулно ткиво. Мускулите се ефекторни органи кои го даваат крајниот одговор на примената нервна стимулација. Со еден збор, тие се органи кои ја извршуваат наредбата која доаѓа од нервниот центар. Наредбата за извршената работа до скелетната мускулатура, доаѓа од централниот нервен систем, додека мазните мускули и срцевиот мускул добиваат наредби од вегетативниот нервен систем.

Во контракцијата на сите три типа мускули се разликуваат три периоди:

- 1 - латентен период, кој трае од моментот на примање на дразбата до почетокот на мускулната контракција;
- 2 - период на мускулната контракција и
- 3 - период на релаксација или опуштање на мускулот.

Меѓутоа, меѓу мускулите постојат голем број разлики кои не се однесуваат на градбата и положбата во организмот, туку се поврзани со текот на втората фаза од нивната контракција. Во натамошниот текст ќе стане збор за некои од тие разлики.

Физиолошки карактеристики на најречнопругави мускули:

- ◆ контракциите се остваруваат преку наредбите кои доаѓаат од централниот нервен систем;
- ◆ инервацијата се врши преку моторен нерв
- ◆ застапени се во скелетната мускулатура;
- ◆ одговорни се за брзо рефлексно движење;
- ◆ извршуваат сложени (тетанусни) контракции;
- ◆ покажуваат низок праг на дразба;
- ◆ имаат голем степен на надразливост, а најчувствителни се на електрична дразба;
- ◆ невротрансмитер во синапсите е ацетилхолинот, кој дејствува само на местото на апликацијата.

Физиолошки карактеристики на мазните мускули:

- ◆ контракциите се остваруваат преку наредби од вегетативниот нервен систем;
- ◆ двојна инервација, преку симпатичен и парасимпатичен нерв;

Суѓестии за наставниците:

Дајте им задолжение на учениците да илустрираат за основните карактеристики во градба и положбата на најречнопругавото, мазното и срцевиот мускулно ткиво. Користете на часот илустрациски ливче, во кое преку добро осмислена табела учениците ќе извршат споредба меѓу трите ткива и ќе утврдат колкав е степенот на знаење.

До скелетната мускулатура (напречно-пругавите мускулни влакна), наредбата за извршената работа доаѓа од централниот нервен систем,

Мазните мускули и срцевиот мускул добиваат наредби од вегетативниот нервен систем.

Во контракција на трите типа мускули се разликуваат три периоди: 1 - латентен период, (од моментот на примање на дразбата до почетокот на мускулната контракција); 2 - период на мускулната контракција и 3 - период на релаксација или, опуштање на мускулот.

Регулацијата и усогласувањето на виталните функции во организмот ја врши вегетативниот (автономен) нервен систем.

Ефекторни органи на автономниот нервен систем се сите висцерални органи (со исклучок на срцето).

- ◆ застапени се во висцералната мускулатура (на органите во утробата), во крвните садови и зеницата;
- ◆ извршуваат бавни контракции кои регулираат сложени процеси (варење на храната);
- ◆ контракцијата на една група мускули, се пренесува на друга група мускули. Таков случај е перисталтичкото (брановидно) движење на цревата и буткањето на храната во нив;
- ◆ посебна особина е спонтана контракција што настапува како последица на стегање на мускулот (механичко надразнување). Се однесува на крвните садови и цревата, кај кои големиот прилив на крв или преобемното количество храна, ги растегнуваат мускулните ѕидови;
- ◆ еднонасочни ритмични движења;
- ◆ невротрансмитери се ацетилхолин, норадреналин и адреналин. Врз активноста на мазните мускули немаат влијание само медијаторите во синапсите туку и адреналинот и норадреналинот, присутни во циркулацијата.

Табела 6.6. Физиолошки карактеристики на различните видови мускули при нивната работа.

Особини	Напречно-пругави мускули	Мазни мускули	Срцев мускул
Брзина на движењето на нервен импулс	5 m/s	3–5 cm/s	преткомори 0,8–1,0 m/s комори 2–4 m/s
Времетраење на контракцијата	0,1 s	75 s	0,8 s
Тип на контракции	сложени (тетанус)	поединечни, ритмични, спонтани	поединечни, ритмични, спонтани
Вид невротрансмитер	ацетилхолин	адреналин, норадреналин и ацетилхолин	адреналин и норадреналин
Инервација	поединечна преку мотоневрони	двојна инервација преку симпатички и парасимпатички нерви	двојна инервација преку симпатички и парасимпатички нерви
Праг на дразба	голема	помала	/
Вид стимулација	електрична енергија	механичка, хемиска	механичка, хемиска

Физиолошки карактеристики на срцевиот мускул:

- ◆ контракциите на срцевиот мускул се автоматски и се под контрола на вегетативниот систем;
- ◆ двојна инервација преку симпатичен и парасимпатичен нерв;
- ◆ брзината на движењето е различна во различни делови од срцето. Во преткоморите е побавно од коморите;
- ◆ висок праг на дразба. На различниот интензитет на прагова и натпрагова дразба срцевиот мускул реагира максимално „закон на сè или ништо“;

- ◆ ритмични, поединечни контракции;
- ◆ рефрактерност - период кога срцето е во фаза на контракција и не може да прими нова стимулација. Тогаш срцевиот мускул е ненадразлив.

Од табелата 6.6. може да видите некои од типичните физиолошки карактеристики на различните типа на мускули при нивната работа.

ВЕГЕТАТИВЕН НЕРВЕН СИСТЕМ

Вегетативниот или автономен нервен систем, ги регулира и усогласува виталните функции во организмот, како што се ритмичка работа на срцето, излучување на бубрежите, перисталтика на желудникот и цревата, лачење на жлездите, ширење на зениците, и др. Тоа значи дека, ефекторните органи на автономниот нервен систем се изградени од мазни мускули. Тие влегуваат во градбата на сите висцерални органи, со исклучок на срцето. Вегетативниот нервен систем ја регулира и усогласува работата на органите без учество, или со делумен удел на волјата и свеста. Како што напоменавме во почетниот дел на оваа тема, автономниот нервен систем го сочинуваат симпатички и парасимпатички дел. Овие два дела, во основа се исто градени (од вегетативни нерви и ганглии), но сепак постојат и некои разлики меѓу нив, кои ќе ги проследите во понатамошниот текст. Градбата и положбата на одделните делови на вегетативниот нервен систем се претставени на сликата 6.21.

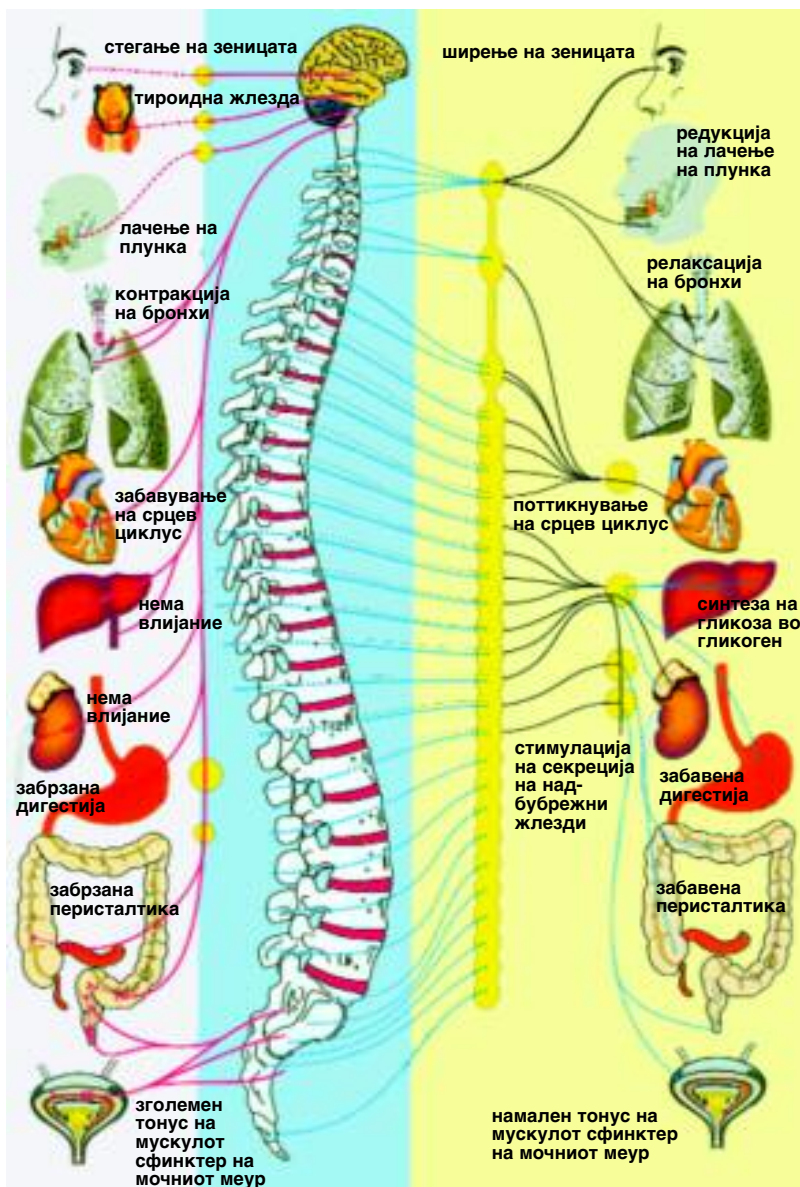
Симпатички дел од вегетативниот нервен систем

Симпатичкиот дел е претставен со 21 до 23 пара ганглии, кои се распоредени паралелно со 'рбетниот столб, бочно од него. Од нив поаѓаат симпатички нерви, кои се соединуваат со спиналните нерви, од каде доаѓаат до органите, како мешовити нерви. Овој систем има посебни центри сместени во централниот нервен систем, во вратниот, градниот и слабинскиот дел од 'рбетниот мозок. Како што е прикажано на сликата 6.21, симпатичкиот нервен систем има широко дејство врз функцијата на органите во целиот организам. На периферните завршоци на симпатичките нерви се излучува невротрансмитерот норадреналин. Затоа се нарекуваат *адренерџични нерви*. Тој побавно се разградува и може подолго да дејствува, а кога ќе навлезе во крвта дејствува и врз другите органи.

Симпатичкиот дел од вегетативниот нервен систем се состои од 21-23 пара ганглии.

ПАРАСИМПАТИЧКИ ДЕЛ

СИМПАТИЧКИ ДЕЛ



Сл. 6.21. Вегетативен нервен систем.

Симпатичниот дел ја одржува хомеостазата на внатрешната средина, преку поттикнување на лачењето на ендокрините жлезди. На пример, при намалување на нивото на шеќер во крвта, симпатикусот ги дразни (стимулира) надбубрежните жлезди (срцевината) да лачат адреналин. Адреналинот дејствува врз црниот дроб и го поттикнува разложувањето на гликогенот до гликоза, со што се нормализира гликемијата.

Симпатичкиот дел има центри во ЦНС и 'рбетниот мозок.

Симпатичкиот дел од автономниот нервен систем ја одржува хомеостазата на внатрешната средина, преку стимулирање секреција на ендокрините жлезди.

На симпатичките завршоци се излучува невротрансмитерот норадреналин. Затоа се нарекуваат адренергични нерви.

Парасимпатичкиот дел од вегетативниот нервен систем се состои од нервни центри сместени во ЦНС, во јадрата на черепниот, продолжениот мозок и во крсниот регион од 'рбетниот мозок.

Од центрите на парасимпатичкиот дел (покрај други парасимпатички нерви) поаѓа нервот скитник (n. vagus) кој содржи најголем број нервни влакна.

N. vagus е најдолг нерв кој поаѓа од вегетативниот центар во меѓумозокот. Од него се издвојуваат парасимпатички влакна за инервација на сите органи на вратот, во градната и stomачната празнина, а нервите кои излегуваат од крсниот регион ги стимулираат органите во карлицата.

Парасимпатички дел од вегетативниот нервен систем

Парасимпатичкиот дел од вегетативниот нервен систем се состои од нервни центри сместени во централниот нервен систем, во јадрата на черепниот, продолжениот мозок и во крсниот регион од грбетниот мозок. Од центрите поаѓаат неколку парасимпатички нерви, од кои, нервот скитник (n. vagus), содржи најголем број нервни влакна. Овој е воедно и најдолгиот нерв кој поаѓа од вегетативниот центар во меѓумозокот, ја минува дијафрагмата и навлегува во stomачната празнина. Патем, од него се издвојуваат парасимпатички влакна за инервација на сите органи на вратот, во градната и stomачната празнина. Нервите, пак, кои излегуваат од крсниот регион ги стимулираат органите во карлицата.

За разлика од симпатичките, на завршоците од парасимпатичките нерви се ослободува невротрансмитерот ацетилхолин, поради што се наречени *холинергични нерви* (слика 6.21).

Парасимпатичкиот дел учествува во реализацијата на заштитните рефлекси, како што е намалувањето на отворот на зеницата при интензивна светлина. Тој, исто така учествува во одржување на внатрешната рамнотежа преку стимулирачкото дејство врз органите за дигестија и одржување на нормалните оптимални концентрации на материите во крвта.

Симпатичкиот и парасимпатичкиот дел, заедно ја усогласуваат и ја регулираат работата на органите, преку

Табела 6.7. Дејство на симпатичките и парасимпатичките нерви во органите.

Општи ефекти	Симпатички нерви	Парасимпатички нерви
Органи на дејствување	во целото тело	одделни органи
Невротрансмитери	норадреналин	ацетилхолин
Дејствување	долготрајно	брзо
Срцев ритам	забрзува	забавува
Бронхи	ширење (bronходилатација)	стегане (bronхоконстрикција)
Мускул на зеницата	ширење	затворање
Црн дроб	разложување на гликоген до глукоза	нема ефекти
Мускули на желудникот и цревата	забавува дигестија	забрзува дигестија
Крвни садови	стегане	нема ефекти
Панкреас	без ефекти	секреција
Сфинктер на мочен канал	стегане	опуштање

На парасимпатичките завршоци се ослободува ацетилхолин, и затоа се наречени и холинергични нерви.

Парасимпатичкиот дел учествува во одвивање на заштитните рефлекси (намалувањето на отворот на зеницата при интензивна светлина), како и во одржувањето на внатрешната рамнотежа.

Заедно, симпатичкиот и парасимпатичкиот дел од вегетативниот нервен систем ја регулираат работата на органите, преку двојна инервација на органите, со нивно антагонистичко дејство (спротивно дејство). Така, едниот ја забрзува, другиот ја забавува работата на органите.

Меѓу симпатичкиот и парасимпатичкиот нервен систем постои спротивно (антагонистичко) дејство.

двојна инервација на органите. Од секој негов дел, поаѓаат по еден симпатички и парасимпатички нерв до внатрешните органи. Од тука потекнува и нивното *антиагонистичко дејство* (спротивно дејство), што постои меѓу симпатичкиот и парасимпатичкиот дел од овој систем. Така, едниот ја забрзува, додека другиот ја забавува работата на органите. Меѓутоа, ниеден од нив не е постојан стимулатор или инхибитор. Тоа пред сè зависи од работата и функцијата на органот (Табела 6.7).

Автономниот нервен систем иако работи самостојно, во извесен број случаи е под контрола на кората на големиот мозок, бидејќи посилните дразби се пренесуваат од едниот систем на другиот. На пример, при силни емоционални состојби, обично се дразни симпатичкиот дел. Така, при возбуда се забрзува работата на срцето, додека при силен страв дејствува парасимпатикус кој ја забавува неговата работа, дури на моменти се чини дека престанува да работи. Од тука, со право се нарекува вегетативен нервен систем, кој ги регулира и усогласува виталните функции во зависност од моменталната состојба на организмот.

Врз работата на вегетативниот нервен систем силно негативно влијание покажуваат алкохолот, никотинот, различни видови дроги и различни лекови. Треба да знаете дека нервните клетки не се обновуваат, а алкохолот и дрогите имаат најголем удел во нивното уништување.

БОЛЕСТИ НА НЕРВНИОТ СИСТЕМ И ПРЕВЕНЦИЈА

Епилепсија

За време на будна состојба мозокот продуцира електрични бранови. Пореметувањето на нормалната електрична активност на мозокот се нарекува состојба на епилепсија. За време на епилептичките напади, има драматично зголемување на електричната активност на мозокот. Притоа, важно е да не се интервенира за време на епилептичкиот напад, а да се отстранат сите предмети кои можат да го повредат болниот.

Менингитис

Менингитисот е воспаление на мозочните обвивки (meninges). Причина за појавата на менингитисот се бактериjsки или вирусни инфекции. Бактериската инфекција е ретка, но многу опасна и ако не се дијагностицира навреме, може да биде фатална по животот.

Вирусната инфекција ја предизвикува вирусот **Haemophilus influenza B**. Оваа форма на менингитис е помалку опасна, а постои и вакцина за истата. Симптомите за двете форми на менингитис се исти, а тоа се: главоболка, треска, повраќање, болки во вратот и зглобовите, а може да се појават и црвени дамки по кожата. Заболувањето најчесто се јавува кај луѓе со ослабен имун систем, како и кај пушачи. Сè уште на постои вакцина против ова заболување.

Кратка содржина на темата

1. Кај човекот, нервно-ендокриниот систем ги регулира животните процеси, преку регистрирање и реагирање на секоја промена од внатрешната и надворешната средина. Промената на која реагира организмот со одговор се нарекува стимул или дразба.

2. Нервниот систем се состои од централен и периферен дел. Централниот се состои од 'рбетен мозок и черепен мозок, додека периферниот од нервите кои носат нервни импулси од органите до ЦНС и ганглиите и обратно. Периферниот дел е поделен на цереброспинален (ги контролира свесните функции на скелетните мускули) и вегетативен дел (составен од симпатички и парасимпатички дел и ги регулира неволевите активности на виталните органи).

3. Нервните клетки (неврони) се основни единици во градбата на нервниот систем и ги спроведуваат нервните импулси низ телото. Преку неврните се поврзуваат деловите на нервниот систем. Постојат сензитивни, интерневрони и моторни неврони. Нервната клетка е изградена од: тело, дендрити и аксони (нервни влакна). Невроцитот и дендритите ја градат сивата, а аксоните белата маса на нервното ткиво. Низ аксоните се пренесува нервниот импулс. Мембраната на нервната клетка во мирување е поларизирана, а тоа е мембрански потенцијал. Кога клетката ќе прими дразба, мембраната станува пропустлива за натриум и тоа доведува до деполаризација. Мембранскиот потенцијал се менува во акциски потенцијал и нервната дразба се движи по должината на нервната клетка. Со завршување на нервната стимулација, мембраната се реполаризира и клетката се враќа во мирување.

4. Нервниот систем врши регулација и координација на функциите преку четири нивоа: рецептор, нервни патишта, анализатор - нервен центар и ефектор. Рецепторите (хеморецептори, механорецептори, терморецептори, фоторецептори) се приемници на дразби.

5. Сетилото за слух содржи фонорецептори, кои ја примаат механичката дразба во вид на звучни бранови. Движењето на звукот во увото се одвива во три етапи: движење на звучниот сигнал низ надворешното уво, движење на звучните вибрации низ средното уво и примање и спроведување на звучните вибрации.

6. Сетилото за вид содржи фотосензибилен пигмент родопсин, кој реагира на светлосната енергија. Сетилото за вид е изградено од: надворешна обвивка и рожни-

ца, средна обвивка, внатрешна обвивка и заштитни и помошни делови на окото. Фотосензитивниот дел на окото е составен од мрежница и фотосензибилни клетки. Сетилото за вид има способност за адаптација, за акомодација и за колорно гледање.

7. Во периферниот нервен систем се спроводните нервни патишта. Соматскиот дел е составен од главени нерви (12 пара од черепниот мозок) и од спинални нерви (31 пар од 'рбетниот мозок). Главените се упатуваат кон сетилата, мускулите и железите во главата (освен *n. vagus*). Нервните импулси од рецепторите се пренесуваат преку соматскиот дел до нервните центри во 'рбетниот или черепниот мозок, а одговорот кон ефекторот оди преку моторните нерви.

8. Секој нерв е изграден од аксони (нервни влакна) кои се обвиткани со обвивка. Според насоката во која ја пренесуваат нервната дразба има: сензитивни, моторни и мешовити нерви.

9. Периферниот и ЦНС се поврзуваат преку нервни патишта. Еферентните патишта поаѓаат од нервните центри во кората и се движат преку супкортикалните јадра, кон ретикуларната формација од каде преку продолжениот мозок се спуштаат во 'рбетниот мозок. Од предните рогови на 'рбетниот мозок излегуваат моторните нерви кои го носат нервниот импулс до ефекторите. Нервен центар претставува збир од повеќе неврони со кои се остварува некоја определена активност.

10. Черепниот и 'рбетниот мозок се обвиткани со три мозочни обвивки, и нервното ткиво е изградено од сива и бела маса. Во 'рбетниот мозок сивата маса е централно поставена, а белата е околу сивата. Во черепниот мозок белата маса е распоредена во центарот и обвиткана е со сива маса. Од продолжениот мозок поаѓаат 8 пара главени нерви и во него се центрите за: дишење, работа на срцето, крвен притисок, за кашлање, кивање, повраќање, за цицање, лачење на дигестивни сокови, голтање. Малиот мозок содржи две хемисфери. Сивата маса е распоредена периферно, а белата маса однатре. Тој ги координира мускулните движења и рамнотежата на телото. Средниот мозок има четири задебелувања, црна супстанца и црвено јадро. Во него се сместени: видниот и слушниот центар, и се регулираат сложени автоматски движења. Меѓумозокот се состои од таламус и хипоталамус. Хипоталамусот е вегетативен центар кој ја регулира работата на внатрешните органи. Големииот

мозок е изграден од две хемисфери. Кортексот на големиот мозок и мозочните (супкортикални) јадра се изградени од сива маса. Кората е поделена на три зони: моторна, сензитивна и асоцијативна. Преку лимбичкиот систем се остварува врската меѓу соматскиот и вегетативниот нервен систем. Во фронталниот дел од кората е сместен центарот за говор.

11. Рефлексот е несвесна реакција на ефекторот при дразнење на рецепторот. Рефлексните реакции се поделени на безусловни (вродени) рефлексии и условни (стекнати) рефлексии. Безусловните рефлексии се остваруваат во нижите, додека условните во вишите нервни центри. Патот по кој се движи нервниот импулс од рецепторот до ефекторот е наречен рефлексен лак кој содржи пет елементи: рецептор, сензитивен нерв, синапса, моторен нерв и ефектор. Синапсата е физиолошка врска меѓу две поларизирани мембрани, и се состои од претсинаптичко нервно влакно, синаптичка пукнатина и постсинаптичко нервно влакно. Во синаптичката пукнатина се ослободува невротрансмитер (ацетилхолин или норадреналин) кој го пренесува импулсот. Моторна плоча е основна морфо-функционална единица на нервно-мускулната синапса. Составена е од аксонски гранки на мо-

тоневрон и мускулни клетки. Пренос на импулс од нервно на мускулно влакно се одвива: 1. импулс до аксон и ослободување на ацетилхолин; 2. создавање потенцијал; 3. ширење и 4. исчезнување на потенцијалот. Мускулите се ефекторни органи. Наредба за работа до скелетната мускулатура доаѓа од ЦНС, а до мазните мускули и срцевиот мускул од вегетативниот нервен систем. При контракција на мускулите се разликуваат три периоди: латентен период, период на мускулната контракција и период на релаксација.

12. Регулацијата на виталните функции ја врши вегетативниот нервен систем а ефекторни органи се сите висцерални органи (со исклучок на срцето). Симпатичкиот дел има центри во ЦНС и ’рбетниот мозок, и тој ја одржува хомеостазата преку ендокрините жлезди. Парасимпатичкиот дел се состои од нервни центри сместени во ЦНС, во јадрата на продолжениот мозок и во крсниот регион од ’рбетниот мозок. Од центрите на парасимпатичкиот дел поаѓа најдолгиот нерв n. vagus кој преку парасимпатичките ограноци ја регулира работата на органите на вратот, во градната, stomachната и карличната празнина.

Проверете го вашето знаење

1. Која е улогата на нервниот и ендокриниот систем?
2. Наведете ги деловите на нервниот систем и од што се состои секој негов дел?
3. Објаснете ги наведените поими: неврон, невроцит, неврит (аксон), дендрити, шванова и миелинска обвивка?
4. Поделете ги невроните според нивната функција?
5. Каква е состојбата на мембраната на нервната клетка во услови на мембрански потенцијал, и на кој начин се создава акцискиот потенцијал?
6. Наведете и објаснете ги нивоата на функционирањето на нервниот систем?
7. Каква улога и особини имаат рецепторите?
8. Кои се деловите на сетилото за слух, како се спроведува звучната дразба и како се формира звукот?
9. Опишете ја градбата на сетилото за вид и наведете ги неговите карактеристични особини. Опишете го патот на движењето на светлосната дразба?
10. Кој ги сочинува спроводните нервни патишта и во што се состои нивната улога?
11. Што претставува нервниот центар?
12. Кои се карактеристиките на одделните делови од черепниот мозок?
13. Дефинирајте го поимот рефлекс и наведете ги разликите меѓу условните и безусловните рефлексии?
14. Од кои елементи се состои рефлексниот лак, како се движи нервниот импулс низ него, и за кој тип реакции на организмот се однесува?
15. Наведете некои сложени рефлексии и определете ја нивната положба во ЦНС?
16. Од што се состои синапсата, на кој начин функционира и кои се нејзините карактеристики?
17. Направете споредба меѓу периферните и централните синапси?
18. Наведете ги физиолошките разлики меѓу напречно-пругавиот, мазниот и срцевиот мускул?
19. Кои се разликите меѓу соматскиот и автономниот нервен систем?
20. Направете споредба на симпатичкиот со парасимпатичкиот дел од вегетативниот нервен систем?



КВИЗ

1. Која од наведениите особини е типична за мазните мускули?

- а. повеќе јадра
- б. микрофиламенти
- в. тетанусни контракции
- г. ритмички контракции
- д. брзи контракции

2. Која состојка е значајна за биохемиските процеси во окојо?

- а. витамин А
- б. чепчиња
- в. родопсин
- г. стапчиња
- д. макула

3. Во кој регион се сместени центриите на симпатичкиот дел од вегетативниот нервен систем?

- а. вратен, граден и крсен регион
- б. среден мозок, меѓумозок и вратен регион
- в. среден мозок, продолжен мозок и крсен регион
- г. вратен, граден и слабински регион
- д. граден, слабински и крсен

4. Како се нарекува основната физиолошка работа на нервноот систем?

- а. инстинкт
- б. рефлекс
- в. осет
- г. праг на дразба
- д. нервен импулс

5. Кога низ мембраната на нервните клетки се движи нервноот импулс, тоа е:

- а. клетката однадвор е електро позитивна, а однатре електро негативна
- б. од клетката излегува Na а влегува K
- в. нема движење на јоните низ мембраната
- г. мембраната останува непроменета
- д. мембраната се реполаризира

6. Звучните дразби од средното во внатрешното уво минуваат преку:

- а. перилимфата
- б. кортиевиот орган
- в. овалното окно
- г. узенгијата
- д. кружното окно

7. Една од наведениите особини се однесува на условните рефлекси:

- а. непостојаност
- б. несвесност
- в. брза реакција
- г. лоцирани се во нижи нервни центри
- д. се одвиваат по пат на рефлексен лак

8. Поврзете ги одделните делови од ЦНС со функциите што се извршуваат во нив:

- а. мозочна кора _ глад, ситост, жед
- б. мал мозок _ општ сензибилитет
- в. продолжен мозок _ рефлекс на Ахиловата тетива
- г. меѓумозок _ лачење дигестивни сокови
- д. рбетен мозок _ координација на мускулни движења

9. Поврзете ги одделните делови од нервноот систем со функциите:

- а. нервен центар _ собирање нервни импулси од клетките и спроведување до невроните
- б. синапса _ примање на нервни стимули
- в. дендрити _ збир на нервни центри за остварување на рефлексна активност
- г. рецептор _ несвесна реакција на дел од телото
- д. рефлекс _ поврзување на две поларизирани мембрани

10. Со броеви од 1-6 означете ги деловите низ кои се движи светлината во окојо:

- зеница
- макула
- стаклесто тело
- очен нерв
- рожница
- леќа

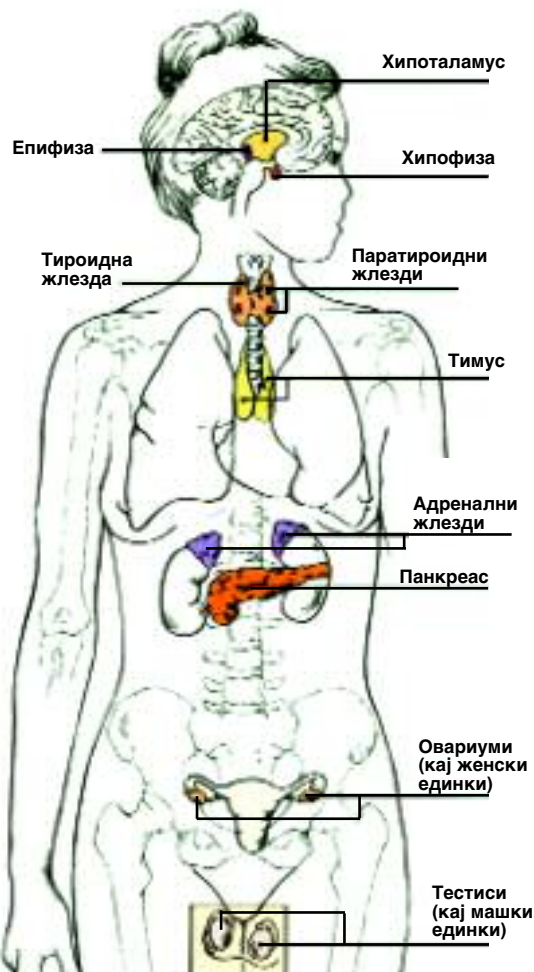
ЕНДОКРИН СИСТЕМ

Ендокриниот, заедно со нервниот и циркулаторниот систем, овозможуваат усогласување и регулирање на многубројните функции на ткивата, органите и системите во организмот. На овој начин се поврзуваат различните делови на телото и се овозможува организмот да функционира како една целина. Ваквата регулација се нарекува **невро-хуморална регулација**. При тоа, нервниот систем главно ги контролира брзите реакции со биоелектрична и хемиска стимулација (на пример, мускулна контракција), додека реакциите на ендокриниот систем се многу побавни и се одвиваат во подолг временски период, а се спроведуваат преку хемиски стимулатори. На сликата 6.22 е прикажана локацијата на ендокрините жлезди кои влегуваат во составот на ендокриниот систем. Овој систем го сочинуваат одделни жлездести клетки кои може да се поединечни или групирани во ткива и органи - жлезди. За разлика од плунката, солзите и другите дигестивни сокови кои се излачуваат преку посебни каналчиња (егзокрини жлезди), овие жлезди лачат специфични производи - хормони, кои се лачат директно во крвта (ендокрини жлезди).

Во организмот на човекот може да дојде до нарушување на функцијата на некоја од ендокрините жлезди. Зголемената активност (хиперфункција) на жлездата се манифестира со зголемено лачење, додека намалена активност (хипофункција) со намалено лачење на нејзините хормони.

ХОРМОНИ

Хормоните претставуваат специјализирани хемиски гласници кои се продуцираат и секретираат од ендокрините клетки и ткива. Преку циркулаторниот систем хормоните се транспортираат до сите делови на телото, но тие се ефективни само врз специфични целни (таргет) клетки или ткива. Тоа се клетки со соодветни рецептори, кои се лоцирани или на површината на клеточната мембрана, во цитоплазмата или во јадрото. Притоа, хормонот се врзува за рецепторот и како резултат на тоа се реализира ефектот во целната клетка. Хормоните, своето дејство (ефективност) го покажуваат во многу мали количини. Само неколку молекули од хормонот може да се доволни за да се поттикне драматичен одговор во целната клетка.



Сл. 6.22. Локација на ендокрините жлезди кај човекот.

Ендокриниот систем е составен од ендокрини жлезди кои лачат директно во крвта специфични производи - хормони.



Во зависност од местото каде жлездите ги излачуваат хемиските материи, се делат на жлезди со внатрешно лачење (хемиските материи ги излачуваат директно во крвта) - ендокрини и жлезди со надворешно лачење (хемиските материи ги излачуваат преку одводни канали) - егзокрини.

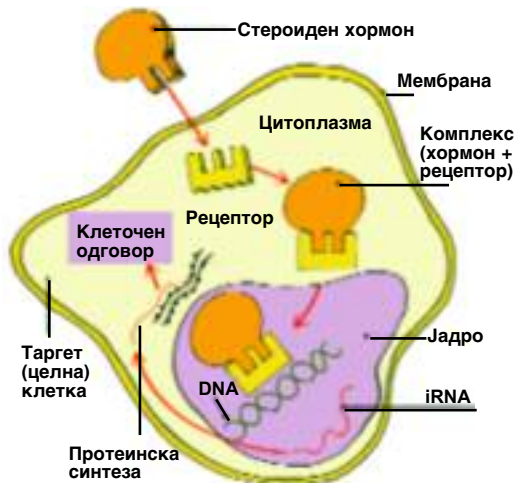
Во зависност од местото на дејствувањето, хормоните може да имаат *ојшино дејство*, односно да влијаат на многу ткива и органи во организмот (СТН, тироидни хормони, инсулин) или да имаат *специфично дејство*, односно да влијаат на одредени специфични ткива или органи (ТСН, АСТН)

Според хемиската градба, хормоните се поделени во три групи:

- ♦ **со протеинска структура - протеински или пептидни хормони** (во оваа група спаѓаат сите хормони, освен хормоните од надбубрежните жлезди, од тироидната жлезда и од половите жлезди).

- ♦ **со стероидна структура - стероидни хормони** (тоа се хормоните од кората на надбубрежните жлезди и од женските и машките полови жлезди).

- ♦ **со аминокиселинска структура**, односно деривати на аминокиселини (хормоните од срцевината на надбубрежната и тироидната жлезда).



Пример за дејствување на хормон во целна клетка.

Регулацијата која се остварува со активност на ендокриниот, со помош на нервниот и циркулаторниот систем се нарекува невро-хуморална регулација.

Нарушување на функцијата на некоја жлезда се манифестира со зголемено (хиперфункција) или намалено (хипофункција) лачење на нејзините хормони.

Хормоните се регулаторни материи кои се продуцираат и секретираат од ендокрините клетки и ткива.

Хормоните се транспортираат преку крвта до сите делови на телото, и дејствуваат врз специфични целни (таргет) клетки или ткива.

Целните клетки имаат соодветни рецептори за кои се врзува хормонот.

По хемиска структура хормоните може да бидат со протеинска, стероидна и аминокиселинска структура (деривати на аминокиселини).

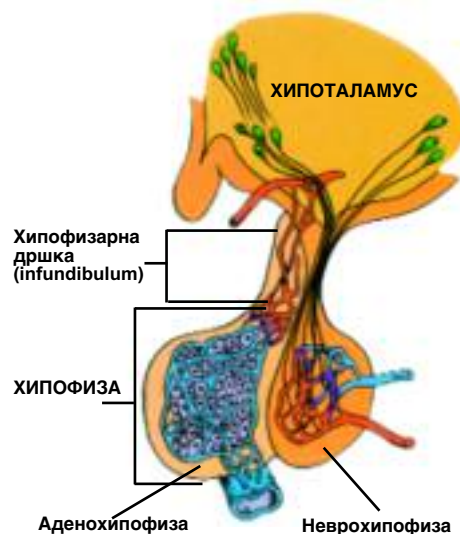
Хормоните може да имаат општо или специфично делување во зависност од местото на делување.

Поврзаност на нервниот и ендокриниот систем

Нервниот и ендокриниот систем се функционално поврзани преку хипоталамусот како нервна структура и хипофизата како ендокрина структура, која учествува во регулирањето на активноста на другите ендокрини жлезди. Во оваа врска, функцијата на хипофизата е регулирана од хипоталамусот (слика 6.23). Функционалната поврзаност на овие два система овозможува соодветна реакција на организмот при промени во внатрешната или надворешната средина.

Хипоталамусот е дел од меѓумозокот и е изграден од нервни и глиа клетки. Освен контролата на функцијата на хипофизата, хипоталамусот учествува во регулацијата на телесната температура и крвниот притисок.

Специфични клетки од хипоталамусот продуцираат нервни хормони познати како ослободувачки (*releasing*) хормони преку кои се остварува врската меѓу хипоталамусот и хи-



Сл. 6.23. Хипоталамус и хипофиза.

пофизата (табела 6.8). Преку овие хипоталамусни хормони се контролира функционирањето на хипофизата.

На страна 190 во приложената табела се претставени функцијата, регулацијата и местото на делување на хормоните.

Табела 6.8. Хормони од хипоталамус и нивно дејствување на соодветните хипофизарни хормони.

Ослободувачки хормони од хипоталамусот	Соодветни хормони од хипофизата
GHR (GH-RH) (ослободувачки хормон за хормонот за растење)	STH
CRH (адренкортикотропен ослободувачки хормон)	ACTH
TRH (тироиден ослободувачки хормон)	TSH
GnRH (гонадотропен ослободувачки хормон)	FSH и LH

ЕНДОКРИНИ ЖЛЕЗДИ

Хипофиза

Хипофизата (питуитарна жлезда) е мала жлезда (0.5 g) сместена во коскена вдлабнатина која личи на седло (Sella turcica). Преку хипофизарната дршка (infundibulum), се поврзува со хипоталамусот, односно со мозокот. Според структурата и функцијата хипофизата се состои од три дела: 1. **аденохипофиза (преден дел)**, 2. **среден дел (pars intermedia)** и 3. **неврохипофиза (заден дел)**.

Хормони на аденохипофизата

Во зависност од функцијата на хормоните од аденохипофизата се поделени на: 1. тропни хормони и 2. соматотропен хормон (STH).

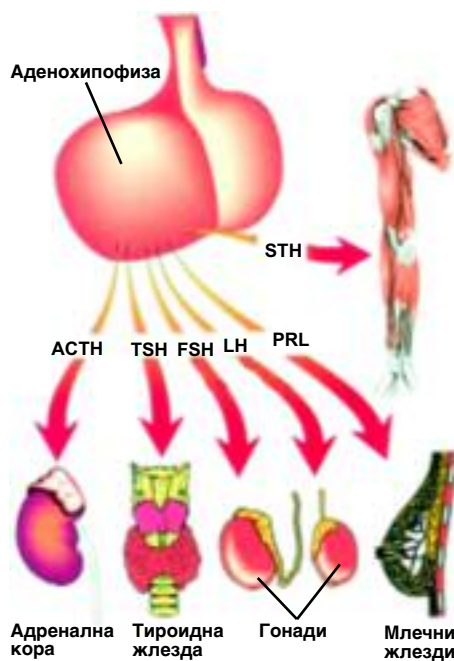
Тропните хормони (стимулирачки) поттикнуваат секреција на хормони од други ендокрини жлезди. Хормоните и начинот на нивното дејствување се претставени на табелата 6.9 и сликата 6.24 а.

Соматотропниот хормон (STH) или хормонот за раст (GH) е карактеристичен хормон со општо дејствување. Овој хипофизарен хормон дејствува на најголемиот дел од телесните ткива, во кои стимулира синтеза на протеини неопходни за растењето. Дејството на соматотропниот хормон е особено изразено во периодот на детството и адолесценцијата до околу 24 годишна возраст, во кој се одвива интензивно растење на коските. STH исто така дејствува врз вкупниот метаболизам (протеински, јагленхидратен и липиден).

Нервниот и ендокриниот систем се поврзани преку хипоталамусот и хипофизата.

Хипоталамусот е дел од меѓумозокот и ја контролира функцијата на хипофизата.

Хипофизата се состои од три дела: 1. **аденохипофиза (преден дел)**, 2. **среден дел (pars intermedia)** и 3. **неврохипофиза (заден дел)**.



Сл. 6.24. а. Активност на хормоните од аденохипофиза.

Табела 6.9. Хормони од аденохипофизата и нивна функција.

Тропни (стимулирачки) хормони	Регулација	Функција
TSH (тиреостимулирачки хормон или тиреотропин)	Регулира функција на тироидна жлезда	Стимулира синтеза и секреција на тироидни хормони
ACTH (адренокортикотропен хормон)	Регулира функција на кора на надбубрежни жлезди	Стимулира синтеза и секреција на кортикостероиди
PRL (пролактин или лутеотропен хормон - LTH)	Регулира функција на млечни жлезди	Стимулира млечни жлезди за синтеза и секреција на млеко кај жените
Гонадотропни хормони	Регулираат функција на полови жлезди	Стимулираат раст, развој и функција на репродуктивниот систем кај двата пола
1. <i>FSH (фоликуло-стимулирачки хормон)</i>		Стимулира развој на јајце клетки во овариумите и на сперматозоиди во тестисите (тема 7)
2. <i>LH (лутеинизирачки хормон)</i>		Стимулира формирање на жолто тело кај жените Секреција на полови хормони кај двата пола (тема 7) Кај мажите овој хормон се означува и како ICSH (хормон за стимулирање на интерстициските клетки
STH (соматотропен хормон или GH-хормон за растење)	Регулира растење	Стимулира: раст на коските (дејствува на епифизите) и синтеза на протеини во мускулите

Регулација на функцијата на аденохипофизата

Активноста на аденохипофизата е регулирана од хипоталамусот, преку секрецијата на ослободувачките хормони (**releasing hormones**).

Хормоните од хипоталамусот до хипофизата доаѓаат преку специфичен циркулаторен систем (хипофизарен портален систем), каде дејствуваат врз соодветните жлездени клетки од аденохипофизата и стимулираат секреција на соодветните тропни хормони (табела 6.8).

Намалена секреција на хипофизарните хормони може да дојде како резултат на голем број заболувања (особено тумори). Кај човекот оваа состојба, покрај намалениот развој, предизвикува голем број други пореметувања во активноста на ендокрините жлезди, кои се под контрола на хипофизарните хормони (тироидната жлезда, надбубрежните жлезди, овариумите, тестисите).

Хормон на *pars intermedia*

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

Тропните хормони - TSH ја регулира функцијата на тироидна жлезда, ACTH функција на кора на надбубрежни жлезди, PRL функција на млечни жлезди, FSH и LH функција на полови жлезди, а STH го регулира растот на организмот.

Хипоталамусот продуцира ослободувачки (releasing) хормони кои ја регулираат функцијата на хипофизата.

Средниот дел на хипофизата лачи хормон меланотропин.



ЗА ОНИЕ КОИ САКААТ ДА ЗНААТ ПОВЕЌЕ



Нормален, диновски и џуцест раст

Недостиг (дефицит) на СТН во периодот на растењето доведува до застој во растот и појава на **џуцест раст**, без нарушување во психичкиот развој. Зголемена секреција на СТН во периодот на растењето, предизвикува енормно зголемување на висината на телотото - појава позната како **гигантизам (гигантски - диновски раст)**. Висината кај заболените лица може да достигне до 250 см.

Зголеменото лачење на СТН кај возрасни луѓе предизвикува акромегалија која се карактеризира со појава на ненормално растење само на одделни периферни делови од телото (нос, долна вилица, усни, јазик, дланки, стапала).

Појавата на намалена секреција на хормонот за растење се лекува со терапија (давање на соматотропен хормон) во детската возраст (периодот на најинтензивното растење). Хормонот за растење, денес, може да се произведува и со генетски инженеринг во лабораториски услови, со користење на одредени непатогени бактерии.



Ефекти на акромегалијата во три различни стадиуми од животот кај една жена.

Хормони на неврохипофиза

Задниот дел од хипофизата е продолжеток на хипоталамусот и е изграден од нервни влакна. Хормоните од овој хипофизарен дел се синтетизираат во хипоталамусот, а се излучуваат на нервните завршоци во неврохипофизата. Излучувањето на хормоните од неврохипофизата се одвива под дејство на нервни импулси кои доаѓаат од хипоталамусот. Од неврохипофизата се излучуваат два хормона: АДН (антидиуретичен хормон или вазопресин) и окситоцин.

АДН влијае врз водениот метаболизам на организмот, при што го инхибира исфрлањето на вода преку урината. Ова дејство на АДН се одвива преку реасорпција на водата од примарната урина во дисталните бубрежни каналчиња (тема 4).

Окситоцинот е хормон кој учествува при породувањето и доењето на новороденчето. При породувањето, окситоцинот предизвикува контракција на мазната мускулатура на матката, со што го потпомага породувањето, додека во периодот на лактација предизвикува контракција на каналите од млечните жлезди, со што се овозможува лесна секреција на млекото (слика 6.24. б).

Неврохипофизата лачи два хормона: антидиуретичен хормон (АДН) и окситоцин.

АДН стимулира реасорпција на вода од примарната урина во дисталните бубрежни каналчиња.

Окситоцинот предизвикува контракција на мазната мускулатура на матката и на каналите од млечните жлезди.

Недостигот на секреција на АДН во организмот предизвикува *Diabetes insipidus* (познат како воден дијабет). Ова заболување се манифестира со зголемено исфрлање на вода преку урината кое предизвикува дехидрирање на организмот, а со тоа и нарушување на осмотската хомеостаза.

Секрецијата на поголемо количество АДН предизвикува стеснување на периферните крвни садови (вазопресорно дејство), како резултат на што доаѓа до зголемување на крвниот притисок.

Тироидна жлезда

Тироидната (штитна) жлезда е со маса од околу 25-30 g, сместена на долниот дел од гркланот, од двете страни на душникот (слика 6.25). Се состои од два лобуса (лев и десен), кои се поврзани со тесен дел - *истмус* (*isthmus*)

Внатрешноста на тироидната жлезда е изградена од голем број секреторни везикули и *фоликули* кои се обложени со жлездени клетки - *тироцити*. Карактеристично за оваа жлезда е тоа што *синтезата* и складирањето на хормоните се одвива во фоликулите.

Хормони на тироидната жлезда

Тироидната жлезда продуцира три хормони: 1. **тироксин** (T_4 - **тетрајодтиронин**), 2. **тријодтиронин** (T_3), кој се создава од тироксинот и 3. **тирокалцитонин (калцитонин)**.

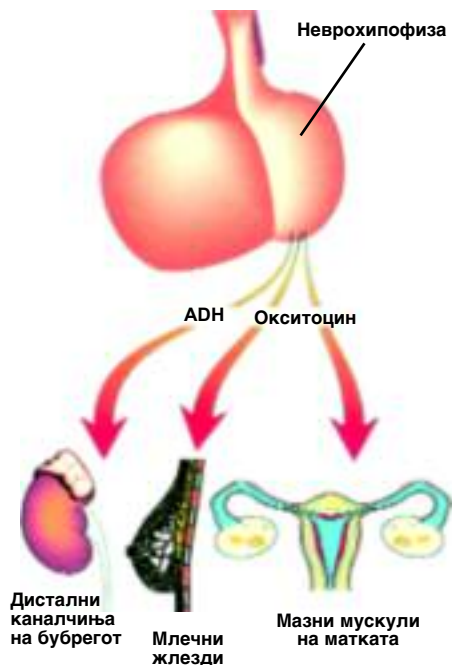
Продукцијата од тироидната жлезда и концентрацијата во крв на T_4 е за 4-5 пати поголема од онаа на T_3 . Од друга страна T_3 има многу посилен ефект од T_4 . За синтеза на тироидните хормони неопходно е присуство на јод кој се внесува со храната. Недостигот на јод се надолува со јодирање на одредени видови храна (сол, вода, леб).

Физиолошките функции на тироидните хормони (T_4 и T_3) се многубројни и разновидни. Најзначајно дејство е интензивирање на метаболичките процеси во клетките, особено енергетскиот и протеинскиот метаболизам.

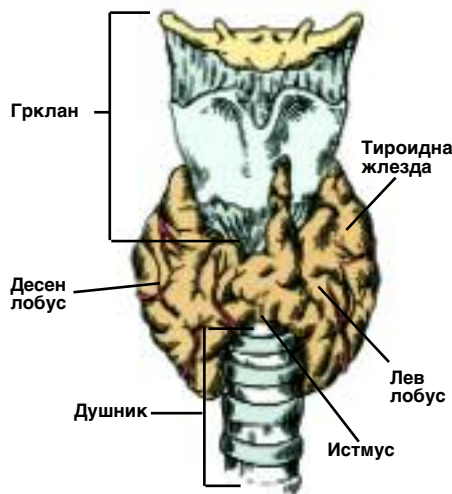
Главни метаболички ефекти на тироидните хормони:

- ♦ катаболизам (разградување) на јагленхидрати, пред сè преку разградување на гликогенот од црниот дроб;
- ♦ катаболизам на масти;
- ♦ анаболизам (синтеза) на протеини, особено во периодот на растењето.

Покрај овие ефекти, тироидните хормони дејствуваат и



Сл. 6.24 б. Активност на хормоните од неврохипофиза.



Сл. 6.25. Тироидна жлезда.

Синтезата и складирањето на тироидните хормони се одвива во фоликулите на тироидната жлезда.

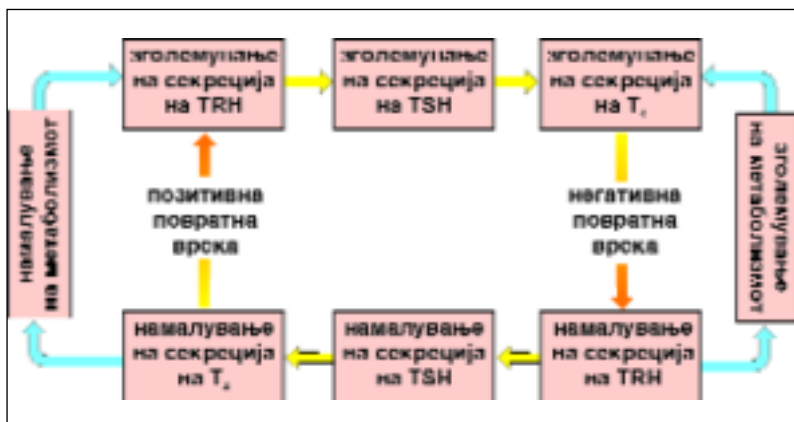
Тироидната жлезда ги продуцира хормоните T_4 , T_3 и тирокалцитонин.

на растот и умствениот развој кај човекот. Тироидната жлезда, исто така има учество и во процесите на терморегулацијата (тема 4).

Регулација на функцијата на тироидната жлезда

Активноста на тироидната жлезда се регулира со негативна повратна врска. Намаленото ниво на тироидните хормони во крвта предизвикува зголемена секреција на TRH од хипоталамусот, кој ја зголемува секрецијата на TSH од аденохипофизата. TSH стимулира синтеза и секреција на тироидни хормони (T_4) од тироидната жлезда (слика 6.26).

Процесите се обратни при зголеменото ниво на тироид-



Сл. 6.26. Регулација на секрецијата на тироидните хормони.

ните хормони во циркулацијата. Имено, зголемената концентрација на T_4 во крвта ја инхибира секрецијата на TRH од хипоталамусот. Со тоа се намалува секрецијата на TSH од аденохипофизата, со што се намалува синтезата и секрецијата на тироидни хормони. На овој начин се регулира нивото на хормоните во физиолошки граници.

Нарушувањето во активноста на тироидната жлезда може да настане од различни причини (тумор, недостиг на јод и др.). Најчести заболувања се: хипотироидизам, хипертироидизам и гушавост.

Калцијонинои (тирокалцитонин) се излучува од посебни клетки на тироидната жлезда (парафоликуларни клетки). Тој учествува во регулацијата на метаболизмот на калциум и фосфор. Калцитонинот стимулира вградување на калциум во коските и зголемување на концентрацијата на фосфор во крвта. Овој хормон има важна улога во процесот на окоскувањето, односно развојот на коските.

Надбубрежни жлезди

Главните метаболички ефекти на тироидните хормони се: катаболизам на јаглехидрати и масти и синтеза на протеини.

Регулацијата на нивото на тироидните хормони се остварува преку негативна повратна врска преку хипоталамо-хипофизарно-тироидната оска.

Калцитонинот го регулира метаболизмот на калциумот и фосфорот.



ЗА ОНИЕ КОИ САКААТ ДА ЗНААТ ПОВЕЌЕ

Намалената активност на тироидната жлезда - хипотироидизмот во првите години по раѓањето доведува до појава на **кретенизам**, кое се карактеризира со физичко и умствено (ментално) заостанување во развојот. Најчесто причина за ова нарушување е отсуство или неправилно формирање на тироидната жлезда во текот на феталниот развојот.

Ако навреме се открие болеста со континуиран третман со тироидни хормони може да придонесе ублажување на ефектите од ова заболување. Со цел благовремено да се открие заболувањето се препорачува испитување на крвта кај новороденчињата.

Мошне често доаѓа до намалено лачење на тироидните хормони и кај возрасни луѓе, кое се јавува како резултат на намалена функција на тироидната жлезда - **микседем**. Кај луѓето со микседем се јавува: намалување на метаболизмот и телесната температура, забавени реакции, како и намалување на умствените и физичките способности. Превенцијата за намалената активност на тироидната жлезда е терапија со тироид-

ни хормони, кои се примаат во текот на целиот живот.

Зголемената секреција на тироидни хормони (хипертироидизам - зголемена активност на тироидната жлезда) предизвикува појава на **Базедова болест**. Ова заболување се манифести-



Базедова болест

ра со појава на: испакнати очи, гушавост, зголемување на општиот метаболизам, забрзана работа на срцето, зголемено потење, преосетливост на топлина, замор, лош сон, нервоза, слабеење и други психички нарушувања.

Гушавоста најчесто се јавува како резултат на недостиг на јод во исхраната и се манифестира со зголемување на тироидната жлезда (хипертрофија).



Гушавост

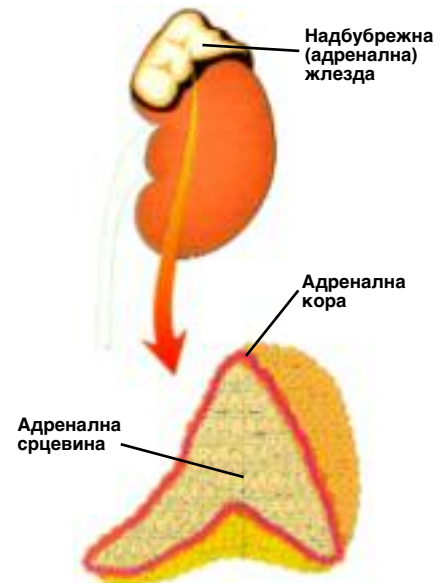
Надбубрежните (адреналните) жлезди кои се сместени над бубрезите, се со маса околу 10-12 g (слика 6.27). Овие жлезди се составени од два дела кои се структурно и функционално различни: 1. **кора (cortex)** и 2. **срцевина (medulla)**.

Хормони од кора на надбубрежни жлезди

Од кората на надбубрежните жлезди, кој е изграден од жлездено ткиво, се синтетизираат и излучуваат хормони со стероидна структура. Во зависност од функцијата на хормоните, адреналните хормони се поделени во три групи: 1. гликокортикоиди, 2. минералокортикоиди и 3. полови хормони.

Од групата на **гликокортикоидите** (кортизон, кортизол и кортикостерон) најзастапен и најзначаен е кортизолот кој се означува и како хидрокортизон.

Кортизолот предизвикува зголемување на:



Сл. 6.27 Надбубрежна жлезда

♦ синтезата на јаглехидрати од масните и протеинските резерви.

♦ нивото на глукоза во крвта (особено во услови на гладување)

♦ оксидацијата на глукоза

Исто така, гликокортикоидите имаат активна улога кога организмот е во состојба на стрес, при што ја одржува хомеостазата во организмот. Другите ефекти на гликокортикоидите се однесуваат на намалување на алергиски и воспалителни реакции во организмот.

Регулацијата на гликокортикоидната секреција се одвива по принципот на негативна повратна врска (слика 6.28). Намаленото ниво на кортизолот во крвта предизвикува стимулација на хипоталамусот за лачење на CRH. Стимулираната аденохипофиза лачи АСТН кој дејствува врз кората на адrenalните жлезди и ги поттикнува за лачење на гликокортикоиди. Кога нивото на гликокортикоидите во крвта е зголемено, процесите се обратни.

Минералокортикоидите се група хормони кои го регулираат минералниот метаболизам и електролитната рамнотежа во организмот. Од минералокортикоидите најзначаен е **алдостеронот**.

Алдостеронот, заедно со другите минералокортикоиди, во бубрежните каналчиња стимулираат зголемена реасорпција на натриумовите и секреција на калиумовите јони. Ова дејство на минералокортикоидите овозможува одржување на електролитната рамнотежа.

Регулацијата на алдостеронската секреција делумно се одвива преку хипоталамус (CRH) - хипофизарната (АСТН) оска. Генерално, регулацијата се спроведува преку ренин-ангиотензин системот. Ренинот се лачи во бубрезите и го активира ангиотензинот кој ја стимулира секрецијата на алдостерон.

Половите хормони (андрогени и естрогени) од кората на адrenalните жлезди, кај двата пола, се секретираат во многу мало количество.

Хормони од срцевината на надбубрежните жлезди

Срцевината (медулата) е изградена од нервно ткиво (без нервни продолжетоци) и во неа се синтетизираат и секретираат катехоламини: адреналин (епинефрин) и норадреналин (норепинефрин). До срцевината доаѓаат нервни влакна од симпатичкиот нервен систем. Кај човекот, од надбубрежните жлезди се излучува околу 80% адреналин и 20% норадреналин. Катехоламините (особено норадреналинот) се секре-



Сл. 6.28. Регулација на секрецијата на гликокортикоидите.

Од кортексот на адrenalните жлезди се секретираат: гликокортикоиди, минералокортикоиди и полови хормони.

Кортизолот од гликокортикоидите ја зголемува синтезата на јаглехидрати од масни и протеински резерви, нивото на глукоза во крвта и оксидација на глукоза.

Алдостеронот од минералокортикоидите стимулира реасорпција на натриумови јони.

Од срцевината на адrenalните жлезди се лачат адреналин и норадреналин.

Ефектите на дејствувањето на адреналинот се: зголемување на метаболичните процеси, вазоконстрикција на периферните крвни садови, зголемување на крвниот притисок и зголемување на нивото на глукозата во крвта.

тираат и на краевите на нервните завршоци на симпатику-сот.

Ефектите на адреналинот се:

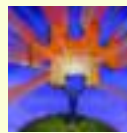
- ◆ зголемување на метаболичките процеси (особено при студ и при физичко напрегање);
- ◆ стеснување на периферните крвни садови и внатрешните органи (вазоконстрикција);
- ◆ проширување на крвните садови во срцето и на бронхиолите (вазодилатација);
- ◆ зголемување на нивото на глукозата во крвта (хипергликемија)
- ◆ зголемување на крвниот притисок.

Бидејќи, секрецијата на адреналинот е особено стимулирана при стрес состојби на организмот (психичка напругнатост, болка, страв, лутина), овој хормон се нарекува и **стрес хормон**.

Норадреналинот има многу слично физиолошко дејство во организмот со адреналинот, со таа разлика што вазоконстрикторното дејство е појако и се однесува на сите помали крвни садови во организмот.

Регулацијата на секрецијата на катехоламините е по нервен пат, и тоа преку директното стимулирање на симпатичкиот дел од вегетативниот нервен систем.

Нешто повеќе за стресот



Ако дојде до зголемено лачење на **андрогените хормони** во раниот развоен период, кај машките деца доаѓа до предвремено полово созревање (**предвремен пубертет**), додека кај женските се јавуваат некои машки секундарни полови карактеристики: појава на влакна на лицето (маскулинизација), длабок глас, намалување на големината на овариумите и матката, појава и развој на тестиси).

Регулацијата на секрецијата на катехоламините од медулата на адреналните жлезди е преку вегетативниот нервен систем.



ЗА ОНИЕ КОИ САКААТ ДА ЗНААТ ПОВЕЌЕ

Состојбите на стрес се однесуваат на физичка повреда, болест, емоционални возбудувања или напрегања, големи промени на надворешната температура и многу други состојби. Тие предизвикуваат соодветни специфични одговори на организмот во кои главно учество имаат нервниот и ендокриниот систем.

Притоа нервниот систем е побрз а одговорот на ендокриниот систем е побавен.

Одговорот на нервниот систем се спроведува главно преку хипоталамусот и автономниот нервен систем. Учесството на хипоталамусот е преку стимулирање секреција на АСТН од аденохипофизата со што се зголемува ослободувањето на гликокортикоидите. При стресни состојби се зголемува ослободувањето и на тироидните хормони, СТН и инсулинот. Сите овие хормони овозможуваат организмот побрзо да се противстави на ефектите од стресната состојба.

Ако стресните состојби се повторуваат или

подолго време траат, може да влијаат негативно врз организмот. Може да дојде до зголемување на крвниот притисок, разни заболувања на срцето, појава на чир, главоболка и др. Зголеменото лачење на гликокортикоидите може да доведе до ослабнување на имуниот систем, при што организмот е многу понеотпорен на разни инфекции.

Во секојдневниот живот, човекот не може целосно да ги избегне стресните состојби, па стресот е составен дел од животот на секој човек. Затоа, секој треба да се стреми и умее да ги контролира стресните состојби. Со правилна и добра организација на секојдневните обврски и задачи, создавање услови и време за соодветен вид на релаксација, соодветна физичка активност и одмор може да се намали и избегне стресот.



Причина за нарушувањето во функцијата на адреналните жлезди (хипо или хиперфункција)



може да биде појавата на тумори во самата жлезда.

Хипофункцијата се манифестира со појава на Адисонова болест (**Addison-ова**), која се карактеризира со: слабост и атрофија на мускулите (намалување на мускулното ткиво), зголемена пигментација на кожата (бронзена боја) и нарушувања во хомеостазата на солите и водата во организмот.

Хиперфункцијата на кората на адrenalните жлезди (зголемена секреција на кортизол) предизвикува појава на т.н. Кушингов синдром (**Cushing-ов синдром**). Ова заболување е придружено со карактеристичнодебелење и заоблување на лицето, тенка кожа, мускулна слабост, зголемено ниво на глукоза во крвта и др. Како

резултат на хиперфункција на адrenalната кора која е проследено со зголемено лачење на алдостерон се јавува **алдостеронизам**.

Слично како и мозочната кора, при стрес доаѓа до стимулација и на адrenalната медула. Стимулацијата на секреција на адrenalин се од-

вива преку хипоталамусот кој испраќа импулси преку симпатичкиот нервен систем. Кај човекот, во состојба на стрес, адrenalинот овозможува организмот брзо да реагира преку зголемување на: крвниот притисок, циркулацијата, нивото на глукоза во крвта, респирацијата и др.

Панкреас

Во составот на ендокриниот систем,

покрај половите жлезди (Тема 7) спаѓа и панкреасот кои имаат двојна функција - егзокрина и ендокрина.

Ендокрината секреција на панкреасот се врши преку мали групи на специјализирани клетки - **Лангерхансови** (Langerhans-ovi) **островца**. Клетките од Лангерхансовите островца синтетизираат **инсулин** (β - бета клетки) и **глукагон** (α - алфа клетки). Инсулинот и глукагонот дејствуваат на јалгехидратниот, масниот и протеинскиот метаболизам.

Хормони на панкреасот

Главната функција на инсулинот е намалување на концентрацијата на глукозата во крвта (хипогликемија). Хипогликемичкото дејство на инсулинот се остварува со:

- ◆ интензивно навлегување на глукозата во клетките (преку зголемување на пропустливоста на клеточната мембрана),
- ◆ зголемен транспорт на глукозата до клетките (со вазодилатација на периферните крвни садови),
- ◆ зголемена синтеза на гликоген во црниот дроб и мускулите и
- ◆ зголемена синтеза на мастите од глукоза.

При состојба на физиолошка хипергликемија (зголемување на концентрацијата на глукоза во крвта), која настанува веднаш по оброк богат со јаглехидрати, доаѓа до зголемена секреција на инсулин. Инсулинот исто така, ја стимулира синтезата на протеините.

Глукагонот, за разлика од инсулинот, има хипергликемичко дејство. Во услови на хипогликемија, глукагонот стимулира:



Инсулинот е прв хормон:

- ◆ кој е изолиран од анимални клетки и употребен како терапевско средство
- ◆ на кој му е одредена аминокиселинската секвенца и терцијарната структура
- ◆ кај кој е детерминиран механизмот на дејствување врз клеточната мембрана
- ◆ кој е синтетизиран по пат на рекомбинантна DNA технологија во бактериска клетка

Ендокрината функција на панкреасот е секреција на инсулин и глукагон.

Инсулинот предизвикува хипогликемија со стимулација за навлегување на глукозата во клетките.

Глукагонот е антагонист на инсулинот, односно предизвикува хипергликемија.

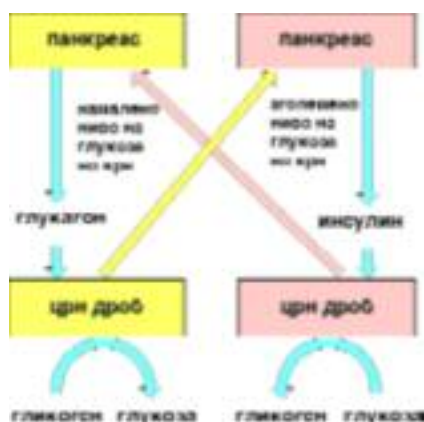
Регулацијата на секрецијата на инсулин и глукагон се остварува преку промена на количеството на глукоза во крвта.

♦ разградувањето на гликоген до глюкоза во црниот дроб,

♦ синтеза на глюкоза од масти и протеини (особено при гладување). Како резултат на овие ефекти доаѓа до нормализирање на концентрацијата на глюкозата во крвта.

Регулацијата на секрецијата на инсулин и глюкагон се остварува преку промена на количеството на глюкоза во крвта. При тоа директно се стимулираат α или β - клетките на панкреасот за зголемено или намалено лачење на инсулин или глюкагон. Оваа стимулација трае до нормализирање на гликемијата (слика 6.29).

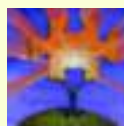
Нешто повеќе за другите жлезди од ендокриниот систем



Сл. 6.29. Регулација на секреција на инсулин и глюкагон.

Табела. 6.10. Заболувања кои се јавуваат при нарушена функција на некои ендокрини жлезди

Ендокрина жлезда	Хормон	Хиперфункција	Хипофункција
Хипофиза	STH	– Гигантизам кај деца – Акромегалија кај возрасни	
		Намалена диуреза	Diabetes insipidus
Тироидна	Тироидни хормони		Кретенизам кај деца
	Алдостерон	Cushing-ов синдром	Addison-ова болест
Панкреас		Хипогликемија	Diabetes mellitus



Намалена или зголемена секреција на инсулин се јавува при нарушување на функцијата на панкреасот.

При хипофункција на панкреасот се јавува шеќерна болест (diabetes mellitus). При тоа глюкозата не може да влезе во клетките, останува во крвта и како вишок се исфрла преку урината. Има два типа на дијабетес:

♦ **инсулин-зависен дијабетис** (дијабет тип I или јувенилен дијабет) кој се јавува до 30. година, при што настанува автоимуно нарушување (деструкција) на β - клетките. Регулацијата на глюкозата во крвта во нормални граници со примање на инсулин е неопходно кај болните од оваа болест.

♦ **инсулин-независен дијабетис** (дијабет тип II) се јавува кај возрасни луѓе со поголема телесна маса. Кај нив β - клетките сè уште излучуваат мали количества инсулин, но, клетките во организмот имаат намалена способност да реагираат на инсулинот.

Посебна диетална исхрана, примање на препарати кои ја стимулираат секрецијата и инсулинска терапија се мерки на превенција на ова заболување.

Суѓестии за наставањикой:

На крајот од оваа тема зададете им задача на учениците да го систематизираат материјалот во табелата 6.10 преку пополнување на празните полиња.

Паратиroidни жлезди

Паратиroidните (паращитни) жлезди се јавуваат во два пара и се сместени на задната страна од тироидните лобуси (слика 6.30). Во нив се синтетизира и секретира **паратхормон** (PTH). Заедно со тирокалцитонинот (од тироидната жлезда) и активната форма на **витаминот D** учествуваат во регулацијата на метаболизмот на калциум во организмот. Регулација на концентрацијата на калциум во крвта паратхормонот го остварува преку стимулирање на:

- ♦ ресорпцијата на калциум од дигестивниот тракт (учествува и витаминот D)
- ♦ мобилизација на калциумот од коските во крвта, и
- ♦ реасорпцијата на калциумот во бубрежните тубули.

Со овие ефекти се зголемува нивото на калциум во крвта. Антагонист на паратхормонот е тирокалцитонин.

Регулација на функцијата на паратиroidните жлезди

Регулацијата на активноста на паратиroidните жлезди се одвива преку нивото на калциум во крвта по принципот на повратна врска. Намалената концентрација на калциум во крвта влијае директно врз паратиroidните жлезди и стимулира зголемено лачење на паратхормонот. При зголемена концентрација на калциум во крвта се одвиваат обратни процеси (проучете ја шемата на слика 6.31).

Хипофункција на паратиroidните жлезди резултира со намалено ниво на калциум во крвта, и се манифестира со грчење на мускулите (на рацете и лицето), односно со нервно-мускулна пренадразливост (**хипокалциемичен тетанус**). Состојбата се подобрува со примање на паратхормон или калциум.

Хиперфункцијата на паратиroidните жлезди е проследена со зголемено ослободување на калциумот од коските. Ова резултира со остеопороза.

Градна жлезда - тимус

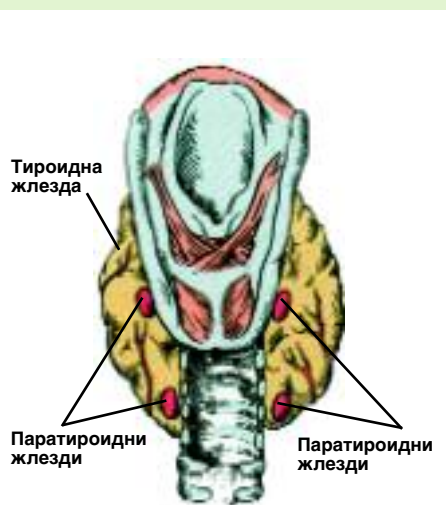
Тимусот е сместен зад градната коска и е составена од два дела. Поголемиот дел од оваа жлезда се намалува до 3. годишна возраст, и постепено преминува во масно ткиво. До 25 годишна возраст комплетно ја губи својата функција. Тимусот е лимфоиден орган кој има важна улога во имуниот систем (клеточен имунитет) на организмот. Одговорен е и за растот и развојот на човечкиот организам, особено во периодот на детството.

Пинеална жлезда - епифиза

Епифизата е дел од меѓумозокот. Таа лачи хормон мелатонин, кој го спречува предвременото полово созревање, односно дејствува инхибиторно врз лачењето на FSH и LH до појавата на пубертетот, кога престанува ефектот на мелатонинот.

Други органи кои лачат хормони

Хемиски материи кои имаат хормонска активност се лачат и од други ткива (ткивни хормони).



Сл. 6.30. Паратиroidни жлезди.



Сл. 6.31. Регулација на концентрацијата на калциум во крвта со паратхормонот од паратиroidните жлезди и калцитонинот од тироидната жлезда.

Ткивните хормони можат да дејствуваат на самото место каде се излачуваат, односно во самото ткиво или се излачуваат во циркулацијата, а дејствуваат на други ткива или органи, како и класичните хормони. Некои од органите кои лачат ткивни хормони се претставени на табелата 6.11.

Проверете го вашето знаење:

1. Кои жлезди влегуваат во составот на ендокриниот систем?

Таб. 6.11. Ткивни хормони и нивната функција.

Органи	Хормон	Функција
Бубрези	Еритропоетин	стимулира еритропоеза (создавање на нови еритроцити) во коскената срцевина се лачи во услови намалено количеството на кислород во крвта (хипоксија)
Тенко црево	Повеќе хормони	стимулираат лачење на дигестивни сокови учествуваат во регулирањето на дигестијата
Срце	ANP (преткоморен – атријален натриумуретичен пептид)	стимулира излачување на натриум во урината и го намалува крвниот притисок
Плацента	Повеќе хормони	влијаат на матката и млечните жлезди

от и нервниот систем се обезбедува физиолошка организација на сите значајни функции во организмот. Ендокриниот систем е составен од ендокрини жлезди кои лачат директно во крвта специфични продукти - хормони. Регулацијата која се остварува со активност на ендокриниот, со помош на нервниот и циркулаторниот систем се нарекува невро-хуморална регулација. Нарушувањето на функцијата на некоја жлезда се манифестира со зголемено (хиперфункција) или намалено (хипофункција) лачење на нејзините хормони.

2. Хормоните се хемиски гласници кои се секретираат од ендокрините клетки и ткива. Тие дејствуваат на специфични целни (таргет) клетки или ткива, кои имаат рецептори на површината на клеточната мембрана, или во клеточната цитоплазма или јадро. Хормонот се врзува за рецепторот и го реализира својот ефект. Според хемиската градба, хормоните може да бидат со: протеинска, стероидна и аминокиселинска структура.

3. Нервниот и ендокриниот систем се поврзани преку хипоталамусот и хипофизата. Хипоталамусот ја контролира функцијата на хипофизата, учествува во регулацијата на телесната температура и крвниот притисок. Специфични клетки од хипоталамусот лачат ослободувачки (releasing) хормони кои дејствуваат на активноста на хипофизата.

4. Хипофизата е поделена на: аденохипофиза, pars intermedia и неврохипофиза. Хормони од аденохипофиза се: TSH, ACTH, PRL, LH, FSH и STH. Од pars intermedia се секретира MSH. Од неврохипофизата се секретираат ADH и окситоцин. TSH ја регу-

лира функцијата на тироидна жлезда, ACTH функцијата на кората на надбубрежните жлезди, PRL функцијата на млечните жлезди, FSH и LH функцијата на половите жлезди и STH го регулира растот на организмот. MSH ја стимулира секрецијата на меланинот во меланоцитите. Антидиуретичниот хормон ја зголемува реапсорпцијата на водата во дисталните бубрежни каналчиња. Окситоцинонот предизвикува контракција на матката и на канали-те од млечните жлезди.

5. Од тироидната жлезда се лачат T_4 , T_3 и тиреокалцитонин. Главни метаболички ефекти на тироидните хормони се: катаболизам на јаглехидрати и масти и синтеза на протеини. Концентрацијата на тироидните хормони се регулира со негативна повратна врска преку хипоталамо-хипофизарно-тироидната оска. Калцитонинот го регулира метаболизмот на калциумот и фосфорот.

6. Надбубрежните жлезди продуцираат и секретираат: од кортексот гликокортикоиди, минералокортикоиди и полови хормони, а од медулата: катехоламини. Кортизолот предизвикува зголемување на: синтезата на јаглехидрати од масните и протеинските резерви, нивото на глукоза во крвта и оксидацијата на глукоза. Регулацијата на гликокортикоидната секреција е преку CRH и ACTH. Алдостеронот стимулира реапсорпција на натриумови јони. Главните ефекти на адреналинонот се: зголемување на метаболичките процеси, вазоконстрикција на периферните крвни садови, зголемување на нивото на глукозата во крвта и на крвниот притисок. Регулацијата на секрецијата на катехолами-

ните е преку симпатичкиот дел од вегетативниот нервен систем.

7. Панкреасот како ендокрина жлезда лачи инсулин и глукагон. Инсулинот стимулира навлегување на глюкозата во клетки со зголемување на пропустливоста на клеточната мембрана. Глукаго-

нот има хипергликемичко дејство и е антагонист на инсулинот. Регулацијата на секрецијата на инсулин и глукагон се остварува преку количеството на глюкозата во крвта.

2. Што е неврохуморална регулација и како се остварува?
3. Објаснете зошто хормоните дејствуваат само на соодветни целни клетки?
4. Која е улогата на хипоталамусот во функционирањето на ендокриниот систем?
5. Кои хормони се излучуваат од неврохипофизата и каква е нивната улога?
6. Наведете го хормоните чија регулација се одвива преку хипоталамо-хипофизарната оска.
7. Кои се главните ефекти на инсулинот?
8. Како се остварува хипергликемичкото дејство на глукагонот?
9. Кои хормони се секретираат од тироидната жлезда и какви се нивните ефекти?
10. Од каде се секретира адреналинот и кое е неговото дејство?
11. Каде и како дејствуваат минералокортикоидите?
12. Во кои состојби на организмот се секретираат гликокортикоидите и кое е нивното дејство?
13. Што настанува при хиперфункција на кортексот на адреналната жлезда?
14. Кои појави настануваат при нарушена секреција на тироидни хормони?
15. Какви нарушувања настануваат при хиперфункцијата на аденохипофизата?

1. Кои од наведените ѝарови не е ѝочен?

Дефицит

Заболување



КВИЗ

- | | |
|-----------------|-------------------|
| а. тироксин | микседем |
| б. алдостерон | Адисонова болест |
| в. инсулин | diabetes mellitus |
| г. соматотропин | акромегалија |
| д. кортизол | кретенизам |

2. Кои од наведените карактеристики не се однесуваат за хормоните?

- а. стероидна структура
- б. деривати на аминокиселини
- в. ослободување во циркулација
- г. дејствување на клеточна мембрана и јадро
- д. дејствуваат само на молекулата на ДНК

3. Кој е ѝочниот редослед на ѝоимите кои учествуваат во регулација на ѝродуција на ѝирооксиној?

Хипофиза, TRH, TSH, Хипоталамус, Тироксин, Тироидна жлезда

- 1.
- 2.

- 3.
- 4.
- 5.
- 6.

4. Која од наведените жлезди не соодветствува со ѝродуцираниот хормон?

- а. Адренален кортекс и кортизол
- б. Хипофиза и АСТН
- в. Тироидна жлезда и калцитонин
- г. Панкреас и тироксин
- д. Неврохипофиза и окситоцин

5. Кои од наведените хормони не се ѝродуцира од кортексој на адреналната жлезда?

- а. Минералокортикоиди, тироксин и полови хормони
- б. Инсулин, тироксин и полови хормони
- в. Полови хормони, глукокортикоиди и окситоцин,
- г. Антидиуретичен хормон, соматотропин и глукагон
- д. Полови хормони, глукокортикоиди и минералокортикоиди

Кратка содржина на темата

1. Со координирана регулација на ендокрини-

Функција, регулација и место на дејствување на хормоните

Ендокрина жлезда	Хормон	Функција на хормонот	Регулација на секрецијата	Целни клетки/тквива
Невро-хипофиза	ADH (вазопресин)	Реапсорпција на вода од бубрежни каналчиња. Зголемување на крвниот притисок.	Се синтетизира од хипоталамусот, а се ослободува од неврохипофизата. Акционен потенцијал од хипоталамусните секреторни неврони.	Бубрежни каналчиња, артериоли
	Окситоцин	Контракција на утерусот при породување. Секреција на млеко за време на доене.	Се синтетизира од хипоталамусот, а се ослободува од неврохипофизата. Акционен потенцијал од хипоталамусните секреторни неврони.	Мазна мускулатура на утерусот, млечни жлезди
Адено-хипофиза	STH Хормон за растење	Стимулира раст и развој, синтеза на протеини, мобилизација на масти, го забавува метаболизмот на јаглехидрати.	Релизинг хормон на хормонот за растење (GHRH) и инхибиторен хормон на хормонот за растење (GHIH)	Коски, мускули
	LTH PRL Пролактин (лутеотропен хормон)	Развој на дојките за време на бременост, продукција на млеко по породување.	Пролактин релизинг хормон (PRH) Пролактин инхибиторен хормон (PIH)	Млечни жлезди
	TSH Тиреостимулирачки хормон	Продукција и секреција на хормони.	Тиреотропин релизинг хормон (TRH)	Тироидна жлезда
	ACTH Адренкортикотропен хормон, (кортикотропин)	Продукција и секреција на адренални кортексни стероиди.	Кортикотропин релизинг хормон (CRH)	Адренален кортекс, кожа, црн дроб, млечни жлезди
	LH Лутеинизирачки хормон	Кај женски: развој на жолтото тело, продукција на прогестерон. Кај машки: секреција на тестостерон, развој на интерстициелното ткиво во тестисите.	Гонадотропин релизинг хормон (GnRH)	Јајници, тестиси
	FSH Фоликулостимулирачки хормон	Кај женски: растење на фоликулот, овулација. Кај машки: продукција на сперма.	Фоликулостимулирачки релизинг хормон (FSHRH)	Јајници, тестиси
Среден резен на хипофиза	MSH Меланостимулирачки хормон	Делумно ја дава бојата на кожата, во комбинација со ACTH.	Непознато	Непознато, делумно меланоцити
Тироидна жлезда	Тироксин (T ₄) тријодтиронин (T ₃)	Зголемување на: метаболизмот, сензитивноста на кардиоваскуларниот систем и на симпатичкиот нервен систем.	Тиреостимулирачки хормон (TSH) од аденохипофизата. TSH е регулиран од TRH од хипоталамусот.	Речиси сите клетки, освен на тестиси, слезина и мозок
Адренална кора	Гликокортикоиди (кортизол)	Стимулација на глуко-неогенезата, антивоспалителен ефект, намалување на ефектите на стресот.	TRH од хипоталамусот, ACTH од хипофизата	Генерално
	Минералокортикоиди (алдостерон)	Реапсорпција на натриум и секреција на калиум.	Ангиотензин, концентрација на натриум во крвта.	Бубрежни тубули

Ендокрина жлезда	Хормон	Функција на хормонот	Регулација на секрецијата	Целни клетки/ткива
Адренална медула	Адреналин (епинефрин)	Зголемување на пулс, крвен притисок, срцева фреквенција, контракција на мазна мускулатура, хипергликемичен ефект, периферна вазоконстрикција.	Симпатички нервен систем	Срце, мазни мускули, артериоли, црн дроб, скелетни мускули
	Норадреналин (норепинефрин)	Стеснување на артериоли, зголемување на метаболизмот.	Симпатички нервен систем	Артериоли
Панкреас (β клетки)	Инсулин	Хипогликемичен ефект, го олеснува транспортот на глюкозата низ плазмената мембрана.	Концентрација на глюкоза во крвта	Црн дроб, мускули, масно ткиво
Панкреас (α клетки)	Глукагон	Хипергликемичен ефект, го разградува хепатичниот гликоген.	Концентрација на глюкоза во крвта	Црн дроб
Тестиси	Андрогени (тестостерон)	Развој на половите органи и секундарните полови карактеристики, продукција на сперма.	LH	Полов систем, други делови од телото
Овариуми (фоликули)	Естрогени	Развој на половите органи и половите карактеристики, развој на фоликулите.	FSH	Репродуктивен систем, други делови од телото
Овариуми (жолто тело)	Прогестерон	Стимулира развој на сидот на матката, ја одржува бременоста, влијае на менструалниот циклус.	LH	Матка
Паратироидни жлезди	PTH Паратхормон	Го зголемува нивото на калциум во крвта, а го намалува нивото на фосфор.	Концентрација на калциум во крвта	Коски, тенко црево, бубрези, други клетки
Плацента	Естрогени, прогестерон, хорионски гонадотропин (hCG)	Ја одржува бременоста.	Непознато	Јајници, млечни жлезди, матка
Тимус	Тимозин алфа, тимозин В1-В5, тимусен хуморален фактор (ТНФ), тимостимулин	Го помага развојот и ги одржува Т-клетките и другите лимфоидни ткива. Може да влијае на секреција на репродуктивните хормони од хипофизата.	Непознато	Т и Б клетки од лимфоидните ткива
Срце	Атријален натриуретичен пептид (ANP)	Одржување на хомеостаза на телесните флуиди и електролити. Го намалува крвниот притисок и волумен.	Концентрација на соли	



РЕПРОДУКЦИЈА КАЈ ЧОВЕКОТ 193

РЕПРОДУКТИВЕН СИСТЕМ КАЈ ЧОВЕКОТ 193

ФУНКЦИИ НА ПОЛОВИТЕ ЖЛЕЗДИ 195

Функции на машките полови жлезди 196

Хормони на машките полови жлезди 196

Улогата на хипофизата во регулацијата на лачењето на семениците 197

Функции на женските полови жлезди 197

Оваријален-месечен циклус 198

Промени во овариумите 198

Фоликуларна фаза 199

Лутеинска фаза 199

Промени на матката 200

Ендокрина улога на овариумите 201

Улогата на хипофизата во регулација на ендокрината улога на овариумите 202

ГАМЕТОГЕНЕЗА 203

Мејотичка-редукциона делба на јадрото на половите клетки 203

Значење на мејозата 203

Суштински карактеристики на мејозата 203

Фази на мејозата-редукциона делба на клетките 206

Сперматогенеза 208

Оогенеза 209

ПЛАНИРАЊЕ НА СЕМЕЈСТВОТО 210

ПОЛОВИ ЗАБОЛУВАЊА И ПРЕВЕНЦИЈА 212

7. РЕПРОДУКЦИЈА КАЈ ЧОВЕКОТ

Покрај растот и развитокот на организмот, животниот циклус кај човекот како и кај останатиот животински свет, го опфаќа процесот на оплодување и на формирање полови клетки (по пат на мејоза). Преку мејозата се формираат хаплоидни машки и женски гамети (сперматозоиди и јајце клетки). Со нивно оплодување се формира диплоиден зигот, кој преку митотички делби и цитокинеза се развива во повеќеклеточен организам.



Кај човекот репродукцијата опфаќа процес на формирање полови клетки и оплодување.

При формирањето на половите клетки се формираат хаплоидни машки (сперматозоиди) и женски (јајце клетки) гамети.

Репродуктивен систем: а. женски; б. машки



Сл. 7.1. Животен циклус на човекот.

РЕПРОДУКТИВЕН СИСТЕМ КАЈ ЧОВЕКОТ

Половите клетки се формираат во половите жлезди од репродуктивниот систем (слика 7.1.). Кај машките и женските единки системот за репродукција содржи повеќе органи. Половите жлезди, половите одводни (канални) и дополнителните жлезди ги сочинуваат внатрешните органи на системот за репродукција, додека надворешните се дополнителни и заштитни органи и жлезди. Во табелата 7.1.а. и б., проследете ги органите во машкиот и женскиот репродуктивен систем, и поврзете ги со сликите 7.2. а и 7.2. б.

Во половите жлезди се формираат половите клетки.

Табела 7.1.а. Внатрешни и надворешни органи на машкиот репродуктивен систем

Внатрешни органи и жлезди	Функција
Семеници (testes)-2 Лајдигови клетки	Продукција на: – сперматозоиди, – полови хормони
Натсеменици (epididymis)-2	– резервоар за сперматозоиди, – дозревање на сперматозоидите
Семеводи (ductus deferens)-2	Транспорт на сперматозоиди
Исфрлувачки канали–2	Спроведување на спермата
Помошни (дополнителни) жлезди	Функција
Семени меурчиња – 2 vesiculae seminales	Ја зголемува количината на спермата
Простата (glandula prostata)	Алкализирање на мочен канал и зголемување на содржината на спермата
Куперови жлезди–2	Мукозен секрет
Надворешни органи	Функција
Полов член (penis) со мочен канал (urethra)	Спроведување на сперматозоиди и урина
Мошници (skrotum)	Заштитна улога

Табела 7.1.б. Внатрешни и надворешни органи на женскиот репродуктивен систем.

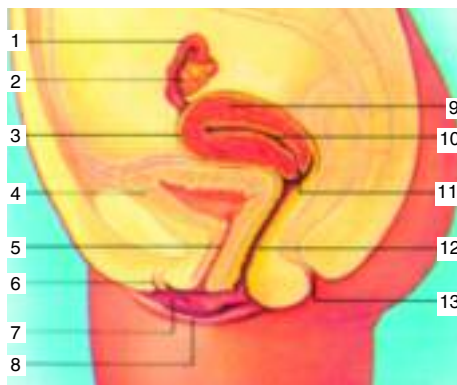
Внатрешни органи и жлезди:	Функција
Јајчници (ovarium)-2	Продукција на: – ооцити (јајце клетки) и – полови хормони
Јајцеводи (tuba uterina Fallopii)	Спроведување на јајцето од јајчникот до матката
Плодница (uterus) - матка	Место каде што се развива плодот
Родница (vagina)	Орган за копулација
Надворешни органи и жлезди:	Функција
Мали усни (labia minora) - 2	Заштита на влез во вагина
Големи усни (labia majora) - 2	Заштита на сите органи
Бартолиеви жлезди - 2 (glandulae Bartholinii)	Лачење на мукозен секрет
Неразвиен полов член (clitoris)	Ерективно тело



Сл. 7.2. а. Градба на машкиот репродуктивен систем

Системот за репродукција кај машките единки е изграден од: семеници, натсеменици, семеводи, полов член со мочен канал и дополнителни жлезди.

Системот за репродукција кај женските единки е изграден од: јајчници, јајцеводи, матка, родница, и дополнителни органи и жлезди.



Сл. 7.2. б. Градба на женскиот репродуктивен систем. 1. јајцевод, 2. јајчник, 3. матка, 4. мочен меур, 5. мочен канал, 6. клиторис, 7. мали усни, 8. големи усни, 9. миометриум, 10. ендометриум, 11. цервикален канал, 12. родница и 13. анален отвор.

ФУНКЦИИ НА ПОЛОВИТЕ ЖЛЕЗДИ

Репродуктивните жлезди (семеници и јајчници) кај оба-та пола и покрај разликите што постојат во нивната град-ба, вршат исти функции. Тие се одговорни за *создавање на ѝоловиите клейки* (гаметогенезата) и учествуваат во *секрецијата на ѝоловиите хормони*. Хормоните од овие жлезди се одговорни за појава на примарните и секундарните полови карактеристики кај машките и женските единки. Овие карактеристики се систематизирани во табелата 7.2.

Табела 7.2. Примарни и секундарни полови карактеристики кај машките и женските единки.

Примарни машки полови карактеристики	Секундарни машки полови карактеристики	Примарни женски полови карактеристики	Секундарни женски полови карактеристики
<ul style="list-style-type: none"> – Формирање на машките полови клетки – сперматогенеза – Спуштање на семените во скротумот – Растење, развиток и функција на машки полови органи 	<ul style="list-style-type: none"> – Специфичен распоред на влакната на лицето (брада мустаќи) и на други делови од телото – Поголема мускулна маса – Специфична конструкција на телото (широки раменици тесни колкови) – Поинтензивен метаболизам – Длабок глас и развиено Адамово јаболко на гркланот – Поголем број еритроцити – Келавост 	<ul style="list-style-type: none"> – Формирање на женските полови клетки во текот на оогенезата – Растење, развиток и функција на половите органи 	<ul style="list-style-type: none"> – Мала и специфична влакнетост на телото – Слабо развиена мускулна маса – Нежен костур (тесни раменици, широки колкови) – Понизок метаболизам – Тенок глас и отсуство на Адамово јаболко – Помал број еритроцити – Развиени млечни жлезди

Суѓесѝии за наѝтавникоѝ:

Преку ѝрашално ливче ѝроверете го знаењето на учениците за врската хѝоѝшаламус - хѝоѝфиза - ѝолови жлезди. На крајот од часот зададете им задача да ја ѝреѝсиаваѝ оваа врска шемаѝски.

Семениците и јајчниците учествуваат во создавање на полови клетки и секреција на половите хормони.

Половите хормони се одговорни за појава на примарните и секундарните полови карактеристики кај машките и женските единки.



ЗА ОНИЕ КОИ САКААТ ДА ЗНААТ ПОВЕЌЕ

При хипофункција на машките полови жлезди не се јавуваат секундарните машки полови карактеристики, односно, кога отсуствува секрецијата на машките полови хормони. Оваа појава е позната како *хѝоѝгонадизам*. Воедно, репродуктивните органи остануваат неразвиени со што се јавува стерилитет. Процесот на растење на организмот, во отсуство на хормоните, трае

подолго, а телото добива *евнухоиден изглед*.

Хѝоѝгонадизмот кај жената предизвикува нарушување во менструалниот циклус, кој може да отсуствува (аменореја), да има слаб интензитет (хипоменореја) или да биде краток (олигоменореја). *Хѝѝерѝонадизмот*, исто така, може да доведе до аменореја, нарушен ритам и различна должина на менструалниот циклус.

Функции на машките полови жлезди

Семенициите (testes) се парни машки полови жлезди, со двојно лачење. Егзокрината функција е поврзана со продукцијата на половите клетки, додека ендокрината со лачење на машките полови хормони. Во ембрионалниот развик тестисите се формираат во stomачната празнина. Два месеца пред раѓањето, со активноста на феталниот тестостерон се спуштаат во кожните набори-мошници.

Внатрешноста на семеникот содржи два значајни функционални дела: семени каналчиња и Лајдигови клетки. Со нивната активност се остварува егзокрината и ендокрината функција на семениците.

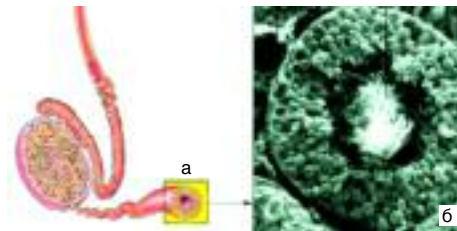
Во **семениите каналчиња** се одвива **сјермајоѓенезата** - процес на создавање на половите продукти - сперматозоиди. Понатаму, сперматозоидите се задржуваат од 18 часа до 10 дена во натсеменикот каде постепено дозреваат. Во овој период сперматозоидите се здобиваат со способност за движење. За време на половиот акт, сперматозоидите се изнесуваат од семеникот, според наведениот редослед:

**Семени каналчиња ⇒ натсеменик ⇒
⇒ семевод ⇒ исфрлувачки канал ⇒ мочен канал**

Лајдиговиите-интерстицијски клетки, се сместени меѓу семените каналчиња, и тие ја имаат ендокрината улога. Овие клетки продуцираат машки полови хормони (**тестостерон**), кои влијаат врз појавата на примарните и секундарните машки полови карактеристики.

Хормони на машките полови жлезди

Во семениците се синтетизираат машките полови хормони (андрогени хормони). Од нив најзначаен е тестостеронот. Лачењето на тестостеронот започнува во текот на феталниот и ембрионалниот период, (се поврзува со поместувањето на тестисите од stomачната празнина во мошниците). Во пубертетот лачењето се зголемува. Околу четириесеттата година од животот, лачењето на тестостеронот значително се намалува, но тој продолжува да се лачи до крајот на животот. Излучувањето на тестостеронот е под контрола на гонадотропните хормони од хипофизата.



Пресек низ семеник - а. семено каналче, б. сперматозоиди.

Продукцијата на половите клетки е егзокрина, додека лачењето на хормоните е ендокрина функција на тестисите.

Создавањето на сперматозоидите (сперматогенеза) се одвива во семените каналчиња од семениците.

Сперматозоидите се изнесуваат од семените каналчиња преку натсеменикот во семеводот, а потоа преку исфрлувачкиот канал низ мочниот канал.

Меѓу семените каналчиња во семениците се наоѓаат Лајдигови клетки кои продуцираат машки полови хормони.

Улогата на хипофизата во регулацијата на лачењето на семениците

Активноста на семениците е регулирана од хипофизарните *гонадојтројни хормони* - фоликулостимулирачкиот (FSH) и лутеинизирачкиот хормон (LH). **FSH**, учествува во создавањето на сперматозоидите во текот на сперматогенезата, додека **LH** ја стимулира секрецијата на машките полови хормони. Преку овие хормони хипофизата го регулира лачењето на андрогените хормони. Тоа се остварува преку *негативната повратна врска*, во која централно место има хипоталамус-хипофизарната оска. Во услови на зголемена концентрација на тестостерон во крвта, се инхибира лачењето на гонадотропниот ослободувачки (рилизинг) хормон (GnRH) од хипоталамусот. Со тоа се прекинува секрецијата на LH од хипофизата. При намалувањето на концентрацијата на тестостеронот во крвта се одвиваат спротивни процеси.

Функции на женските полови жлезди

Јајцнициите (ovarium) се парни женски полови жлезди, сместени во карличната празнина, со големина и форма на бадем. Исто како и семениците, и тие имаат двојна улога: учествуваат во создавањето и созревањето на половите клетки и лачење на половите хормони (естрогени хормони).

Функцијата на семениците е регулирана од хипофизата преку фоликулостимулирачкиот (FSH) и лутеинизирачкиот хормон (LH).

FSH учествува во процесот на сперматогенезата, додека LH ја стимулира секрецијата на машките (андрогени) полови хормони.



Јајцници се женски полови жлезди. Учествуваат во создавањето и созревањето на половите клетки и во лачењето на половите хормони.



ЗА ОНИЕ КОИ САКААТ ДА ЗНААТ ПОВЕЌЕ

Нарушување на функциите на семениците

Крипторхизам, е поим за т.н. скриени тестиси (тестисите не се спуштени) или недоволно спуштени семеници во скротумот. Кај најголемиот број машки индивидуи тестисите самостојно се спуштаат во скротумите, во текот на првата година од животот. Меѓутоа кај 5% од децата едниот тестис, ретко двата остануваат во карличната празнина. Ова може да биде причина за појава на стерилитет, затоа што температурата во карличната празнина е повисока за околу 2°C, од температурата во скротумот. Покачената температура ја нарушува нормалната клеточна и хормонска активност на тестисите. Затоа, семениците кои остануваат во карличната празнина најчесто закржлавуваат. Лекувањето на криптор-

хизмот се врши до 10 - годишна возраст, со соодветна хормонска терапија или со хируршка интервенција.

Инфертилитет или неплодност е состојба на помала способност за репродукција. Најчеста причина е намалената продукција на сперматозоиди (олигоспермија). Причини за оваа состојба може да бидат дегенеративни промени во семениите каналчиња поради изложеност на отрови, висока температура од прележана болест, некои вирусни заболувања, неисхранетост, инфекции или изложување на X-зраци.

Фимозата се јавува кај машките единки и претставува затегнување и неможност да се повлече наназад кожата на главата на penisот. Тоа е причина за натрупување на изумрени клетки, нечистотии и бактерии, кои доведуваат до воспалителни процеси. Оваа кожичка се отстранува по хируршки пат од хигиенски или од религиозни причини.

Во кората на јајчникот по пат на **оогенеза** се создаваат женските полови клетки **ооцити**. Тие се содржат во јајни меурчиња (примордијални фоликули), во различни стадиуми на развитокот. Уште пред раѓањето, во јајниците се формираат околу 2 милиони незрели јајце клетки. Тие ја завршуваат првата мејотичка делба, и остануваат во фаза на мирување сè до пубертетот. Тогаш се создава првата зрела јајце клетка. Во меѓувреме, бројот на незрелите јајце клетки се намалува на 300-400.000. Од нив, во период на половата зрелост остануваат околу 400, од кои по правило на секои 28 дена, созрева по една јајце клетка. Цикличната промена во која се формира ооцитот, расте, созрева и пропаѓа, е позната како менструален (месечен циклус) или оваријален циклус.

Оваријален-месечен циклус

Оваријалниот или месечен циклус, претставува циклична промена која едновременно се одвива во **овариумите** и **матката**.

Промени во овариумите

Оваријалниот циклус трае 28 дена. На слика 7.3. можете да ги проследите промените низ кои минува јајце клетката во текот на месечниот циклус.

Цикличните промени во овариумите се состојат од две фази: фоликуларна и лутеинска (табела 7.3).

Фоликуларна фаза

Фоликуларната фаза, трае просечно 14 дена. Таа опфаќа период од формирање на ооцитот (оогенезата), сè до

Табела 7.3. Фази и промени за време на месечен циклус од 28 дена.

Фази	Промени	Денови
Фоликуларна фаза	Менструација Внатрешниот сид на матката се лупи, откинува и отпаѓа	1-иот 5-иот
	Фоликулите созреваат во овариумот Ендометриумот се регенерира	6-иот 13-тиот
	Овулација – секундарните ооцити се ослободуваат од овариумот	14-тиот
Лутеинска фаза	Формирање на жолто тело Внатрешниот слој на матката се задебелува и се развива	15-тиот 28-иот

Месечен, или менструален циклус е циклична промена која се одвива во овариумите и матката.

Оваријалниот циклус опфаќа промени во овариумите и матката.

Цикличните промени во кои се формира ооцитот, расте, созрева и пропаѓа е познат како менструален (месечен) или оваријален циклус.

Цикличните промени во овариумите се состојат од две фази: фоликуларна (од формирање на ооцитот до појава на овулација) и лутеинска (ендокрината активност на жолтото тело).

Овулацијата е процес на исфрлање на јајце клетката од јајчникот во карличната празнина.

појава на овулацијата. При овулацијата настанува пукање на фоликулот и јајце клетката обвиткана со серозна течност излегува во карличната празнина во близината на јајцеводите. Во текот на фоликуларната фаза се одвива:

- ♦ од 1-6 ден, настанува оогенезата и се формираат примордијални фоликули;
- ♦ од 6-14 ден, еден од примордијалните фоликули расте и преминува во Графов фоликул (Graafov pholicull). Околу јајце клетката во Графовиот фоликул се образува празнина (antrum), која се полни со течност;
- ♦ 14-тиот ден фоликулот е зрел и под притисокот на фоликуларната течност пука и со тоа јајце клетката се исфрла во карличната празнина, во близина на јајцеводите.

Лутеинска фаза

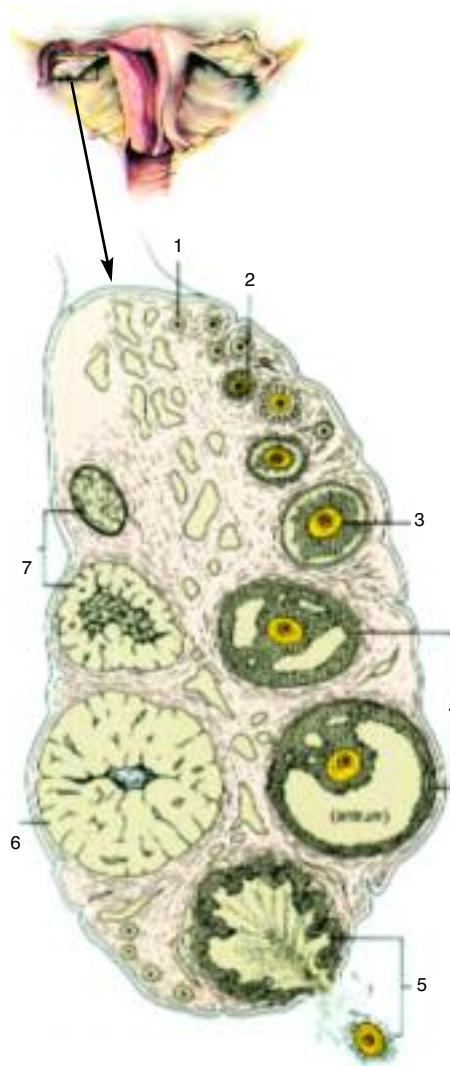
Лутеинската фаза опфаќа ендокрина активност на жолтото тело. Остатокот од Графовиот фоликул по овулацијата, околу себе собира масни материи и добива жолта боја, со што преминува во жолто тело (corpus luteum). Ова тело ја презема ендокрината функција, која во зависност од тоа дали јајце клетката ќе се оплоди или не, може да трае различно време. Преку шемата на сликата 7.4., можете да ги видите овие две можности:

1. Ако се внесени машки полови клетки во репродуктивниот систем на жената, во јајцеводот може да дојде до оплодување, со што се формира зиготот. Оплоденото јајце преминува во матката. Во неа се имплантира и развива девет месеци во нова единка. Одржувањето на бременоста во првите четири месеци е под влијание на хормонот прогестерон, кој се лачи од жолтото тело (corpus luteum graviditatis) во јајчникот.



Сл. 7.4. Судбина на јајце клетката во еден месечен циклус.

Во фоликуларната фаза се одвива оогенезата и се формираат примордијални фоликули од кои настанува Графов фоликул, а потоа фоликулот ја исфрла јајце клетката.



Сл. 7.3. Пресек на овариум: 1. диплоидна клетка; 2. примарен ооцит; 3. примарен фоликул; 4. секундарен фоликул; 5. овулација; 6. жолто тело; 7. стадиуми на дегенерација на жолтото тело.

Во лутеинизирачката фаза остатокот од Графовиот фоликул преминува во жолто тело кое има ендокрина функција.

2. Ако не настане оплодување, јајце клетката се отстранува од организмот преку матката и вагината. Осмиот ден по овулацијата, Графовиот фоликул преминува во жолто тело, кое лачи прогестерон и сосема малку естрогени хормони. Дванаесеттиот ден по овулацијата жолтото тело се намалува и престанува со лачењето на прогестерон и преминува во бело тело (corpus albicans), без ендокрина функција. Во натамошниот период белото тело пропаѓа.

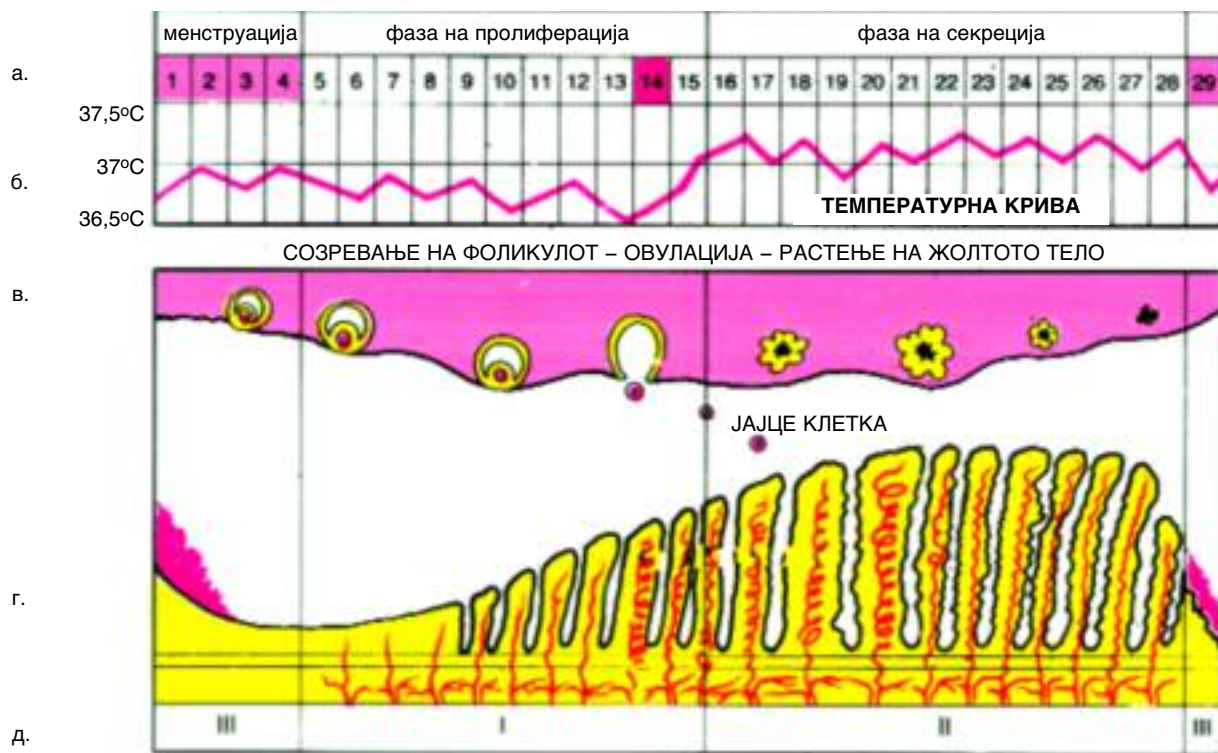
Промени во матката

Паралелно со промените во овариумите настануваат и промени во матката. Овие промени го зафаќаат внатрешниот функционален слој (ендометриум) на матката. Се состои од три фази, кои може да ги проучите на слика 7.5.

♦ **Фаза на пролиферација** трае од 5-от до 14-от ден од месечниот циклус. Во овој период ендометриумот се задебелува, се збогатува со жлезди (ендометријални жлезди кои создаваат резервни материи) и се подготвува за евентуална бременост. Паралелно тече растењето и созревањето на фоликулите. Со појава на овулацијата, завршува пролиферативната фаза во матката и фоликуларната фаза во јајчниците.

Промените во матката во текот на месечниот циклус настануваат во три фази: пролиферативна, секреторна и регенеративна фаза.

Во пролиферативната фаза ендометриумот се задебелува и се подготвува за евентуална бременост.



Сл. 7.5. а. календарски денови во месецот; б. температурни варијации во текот на месечниот циклус; в. фоликуларна и лутеинска фаза; г. фази на промени во ендометриумот ; д. фази на циклусот.

♦ **Фаза на секреција** започнува по овулацијата и трае до 28-иот ден од циклусот. Во овој период следат промените настанати под дејство на прогестеронот и естрогените хормони (од жолтото тело), кои го поттикнуваат лачењето на ендометријалните жлезди. Доколку изостане оплодувањето на јајце клетката, 24-тиот ден од менструалниот циклус започнува пропаѓањето на жолтото тело. 28-иот ден жолтото тело целосно атрофира.

♦ **Фаза на регенерација** ги опфаќа наредните 4 дена од циклусот, познат како **менструација**. Таа се манифестира со лупење и отпаѓање на ендометриумот, кое настанува за неколку дена. Притоа се губи околу 50-200 ml крв. Обновувањето на ендометриумот настанува во новиот циклус.

Ендокрина улога на овариумите

Како што веќе напоменавме, ендокрината улога на јајчниците (овариумите) се должи на активноста на жолтото тело и Графовите фоликули. Фоликулите лачат естрогени хормони (естрадиол, естрон и естриол), додека жолтото тело прогестерон. Од естрогените хормони најголемо физиолошко значење има естрадиолот. Естрогените хормони се одговорни за појава на примарните и секундарните полови карактеристики кај жената, кои се прикажани во табела 7.2.

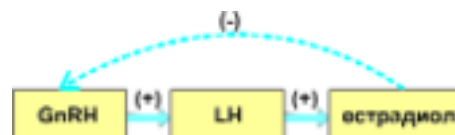
Активноста на естрогените хормони е изразено за време на пубертетот, кога отпочнува првиот месечен циклус (менструација). Со намалувањето на лачење на естрогените, најчесто меѓу 45-та и 50-та година од животот, настанува период на менопауза (климактериум).

Во секретивната фаза настануваат промени настанати под дејство на хормоните прогестерон и естрогените хормони.

Регенеративната фаза (менструација) се манифестира со лупење и отпаѓање на ендометриумот, кое настанува за неколку часа.

Од јајчниците (овариумите), се лачат естрогените хормони. Од жолтото тело се лачи прогестерон додека од фоликулите естрадиол.

Естрогените хормони се одговорни за појава на примарните и секундарните полови карактеристики кај жената



ЗА ОНИЕ КОИ САКААТ ДА ЗНААТ ПОВЕЌЕ

Менструални болесѝи:

Предменструален синдром - ѝензија (ПМС), е состојба при која во периодот пред менструалниот циклус се манифестираат најчесто нервоза, раздразливост, депресија и др. Понекогаш, две недели пред менструацијата, диета без сол и соодветен лекарски третман ја ублажуваат состојбата.

Дисменореја е поим за болна или отежната менструација. Кај младите девојки, оваа состојба може да се должи на незрелоста на матката.

Најчесто, по првата бременост, исчезнуваат менструалните грчеви. Здравствени мерки за превенција на оваа состојба е одмор, урамнотевена исхрана, соодветни вежби и затоплување на абдоминалниот регион.

Аменореја претставува отсуство на менструален циклус. Може да биде предизвикана од недоволна секреција на хормоните што го регулираат процесот или од вродени аномалии на половите органи. Исто така, психолошките фактори поврзани со некоја голема промена во животот, често пати доведуваат до аменореата.

Абнормално крвање од мајќајќа вклучува обилни и чести неменструални крвавења. Тие се индикација за појава на тумор и овие состојби се придружени со анемиа.

Улогата на хипофизата во регулација на ендокрината функција на овариумите

Ендокрината активност на овариумите, исто како тестисите е регулирана преку хипоталамичко-хипофизарниот систем. Од аденохипофизата се излучуваат два гонадотропни хормони: *фоликулостимулирачки-FSH* и *лутеинизирачки-LH*.

На сликата 7.6, можете да го проследите влијанието на овие хормони во различни фази од оваријалниот циклус:

а. Промените во текот на месечниот циклус се регулирани преку врската хипоталамус-хипофиза.

б. Во првата половина од циклусот, намаленото ниво на естрогените во крвта, го поттикнува лачењето на хипоталамусот. Тој ослободува релизинг хормон (GnRH), кој ја стимулира хипофизата за лачење на LH-лутеинизирачки и FSH-фоликулостимулирачки хормон.

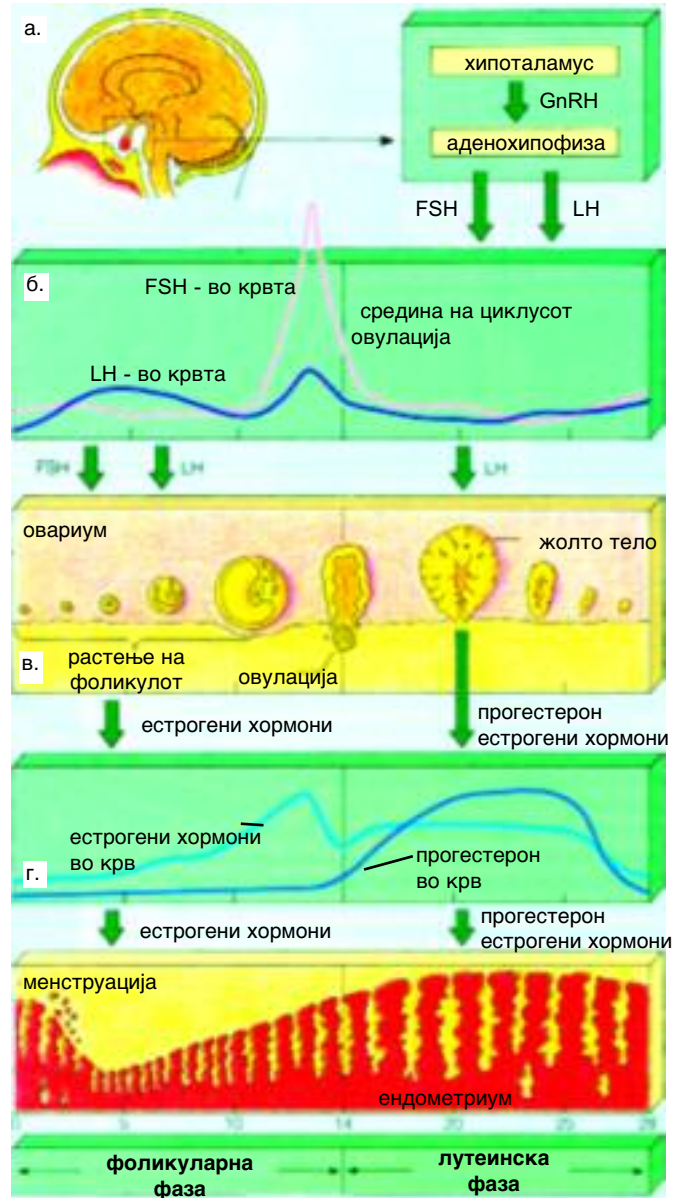
- FSH го стимулира создавањето и растењето на јајце клетката во Графовиот фоликул. Со формирањето на фоликулот започнува секрецијата на естрогените хормони.

в. Кон средината на циклусот, зголеменото ниво на естрогените хормони, FSH и LH се придвижувачки фактор за појава на овулацијата.

г. LH подоцна влијае врз создавањето на жолтото тело. Последните денови од циклусот, кога доаѓа до пропаѓање на жолтото тело, нивото на естрогените хормони и прогестеронот во крвта рапидно се намалува. Според принципот на негативна повратна врска, намаленото ниво на FSH започнува да го стимулира хипоталамусот за ослободување на ново количество на гонадо-релизинг хормонот (GnRH). Оттука циклусот на реакции се повторува.

Ендокрината активност на овариумите е регулирана од хипофизарните и гонадотропните хормони: FSH и LH.

FSH го стимулира создавањето и растењето на јајце клетката во Графовиот фоликул, додека LH ја овозможува овулацијата, и влијае врз создавањето на жолтото тело.



Сл. 7.6. Улогата на хипофизата во ендокрината активност на овариумите.

ГАМЕТОГЕНЕЗА

Процесот на создавањето и созревањето на машките и женските полови клетки е познат како **гаметоџенеза**. Фазите во кои се одвива овој процес кај обата пола не се разликуваат. Разликите се само во морфолошките и физиолошките особини на сперматозоидите и јајце клетките што е поврзано со нивната улога во оплодувањето.

Во функција на подобро совладување на мејотичката делба потребно е да се потсетиме и на митозата (делбата на јадрото на телесните клетки), која целосно се совпаѓа со втората мејотичка делба. На приложената слика можете да се потсетите и да ги проследите разликите помеѓу мејозата и митозата.

Мејотичка-редукциона делба на јадрото на половите клетки

Значење на мејозата

Мејоза е делба на јадрото на диплоидни клетки ($2n$) од герминативниот епител на семениците и јајниците. Има за цел:

- ♦ *создавање на хаплоидни гамети* (n), односно јајце клетки и сперматозоиди
- ♦ *формирање на нова комбинација на наследен материјал*, преку рекомбинација, која се одвива меѓу хомологниот пар на хромозоми.

При мејотичката делба на една диплоидна клетка се формираат 4 хаплоидни клетки, со рекомбиниран наследен материјал. Во сперматогенезата (процесот на создавање на машките гамети), сите четири сперматозоиди ќе бидат фертилни, додека во оогенезата (процесот на создавањето на женските полови клетки), ќе се формира една зрела јајце клетка, подготвена за оплодување, додека другите три ќе пропаднат.

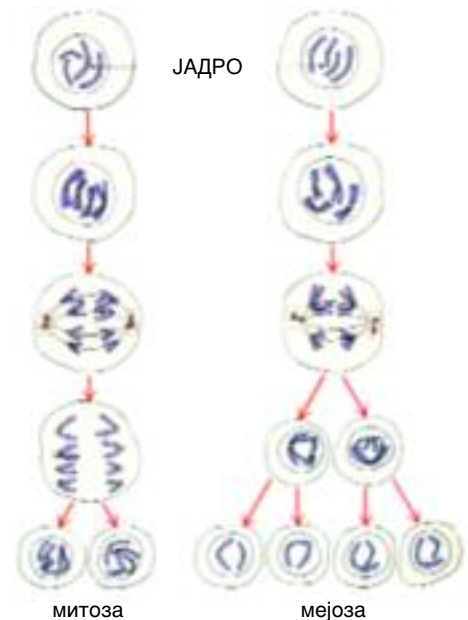
Од добиените хаплоидни клетки (со редуциран број на хромозоми), со оплодување (формирање на диплоиден зигот), се овозможува да се запази постојан бројот на хромозоми кај еден вид (слика 7.7).

Суштински карактеристики на мејозата

Мејозата опфаќа две делби: мејоза I и мејоза II. Тие се состојат од повеќе фази. Да се потсетиме дека пред мејотичката делба на клетката се одвива **интерфаза**, во која

Суѓесџии за наставнички:

Изјошветџе неколку прашања поврзани со материјалот од претходната година за клеточниот циклус, целина на митозата и мејозата, поимите хаплоиден, диплоиден и сл. Организирајте квиз со кој учениците преку самооценување ќе утврдат колкави се нивните прџезнања.

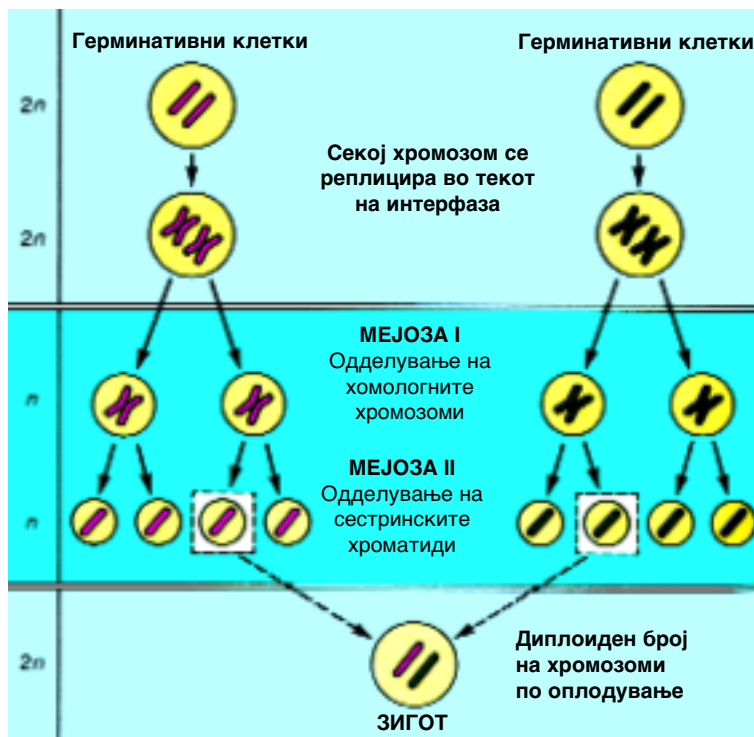


Споредба на митоза и мејоза. Во јадрото на секоја клетка има по четири хромозоми. Со митотичката делба се добиваат две клетки со по 4 хромозоми, кои се идентични со почетната клетка. Со мејотичката делба се добиваат четири клетки со по два хромозома, кои се различни од почетната клетка.

Мејозата е делба на јадро од диплоидни клетки при која се создаваат хаплоидни гамети (јајце клетки и сперматозоиди) и преку рекомбинација се формира нова комбинација на наследен материјал.

настанува репликацијата на DNA. Во интерфазата секоја хроматида структурно се удвојува, со што се создава уште една идентична-*сестринска хроматиди*. Тие меѓусебно се поврзуваат преку центромер. Со тоа, од еднохроматидни се создаваат двохроматидни хромозоми.

Интерфаза (репликација на DNA)	МЕЈОЗА I	Отсуство на репликација на DNA помеѓу двете делби	МЕЈОЗА II
	Профаза I Метафаза I Анафаза I Телофаза I		Профаза II Метафаза II Анафаза II Телофаза II



Сл. 7.7. Редуција на бројот на хромозомите во текот на мејозата, и повторно воспоставување на диплоиден број на хромозоми во зиготот.

Во мејоза I се одвива:

Кросинговер (Crossing over) и Редуција на бројот на хромозоми

1. Кросинговер (Crossing over):

Кросинговерот претставува реципрочна размена на хромозомски фрагменти, најчесто меѓу две несестрински хроматиди. Процесот започнува со создавање на хијазми, места каде несестринските хроматиди се најцврсто поврзани. Со раскинувањето на хијазмата настанува премостување (кросинг) на фрагментите, најчесто меѓу двете најблис-

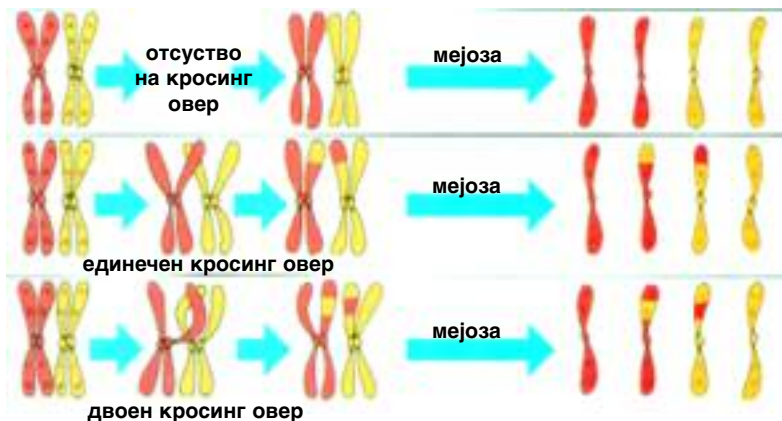
Мејозата опфаќа две делби: мејоза I и мејоза II.

Репликацијата на DNA настанува во интерфаза.

Во интерфазата, секоја хроматида структурно се удвојува, со што се создава сестринска (хомологна) хроматида.



Хомологниот хромозомски пар го сочинуваат по еден родителски хромозом со иста форма и должина, положба на центромерот и еднаков распоред на гените во генските локуси.



Сл. 7.8. Разлики во гаметите предизвикани со единечен и двоен кросинговер.

ку поставени несестрински хроматиди. Кросингот може да настане на повеќе места во рамките на еден хромозом (слика 7.8).

Кросинговерот е единствен процес кој овозможува одделување на сврзаната група гени и нивна реципрочна размена во хомологните хромозоми. Со тоа доаѓа до менување на постојната, со нова генетска комбинација на особини. Рекомбинацијата на наследниот материјал се врши меѓу хромозомите во хомологниот пар, без некое посебно правило. Тоа значи дека, во секоја мејоза постои огромна можност за постојано создавање на гамети со нови генетички комбинации.

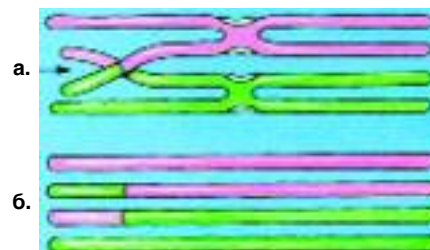
На тој начин се зголемува варијабилноста на особините на единките на новата генерација. При тоа се избегнува можноста за создавање на потомство идентично со родителите или формирање на генетички клонови по природен пат, меѓу браќа и сестри, освен во исклучителни случаи кај еднојајните близнаци.

2. Редуција на бројот на хромозоми

Во текот на *мејоза I*, доаѓа до спарување на хомологните хромозоми со што се формираат биваленти (структури од четири хроматиди). Во нив генските локуси се распоредени едни наспроти други. Ако клетката што се дели содржи два хромозома, како што е прикажано на примерот, тогаш двата хромозоми градат бивалент (слика 7.9.a).

Хромозомите остануваат спарени до метафаза, по што започнува нивното одделување. Еден цел хромозом (двохроматиден) од бивалентот се упатува во секоја новодобивена клетка (слика 7.9.б).

На крајот од првата мејотичка делба, со цитокинезата се формираат две клетки (дијади), со хаплоиден број хро-



а. стрелката го означува местото на хиазмите; б. место каде кросинг оверот ги раскинува старите генски комбинации и формира нови.

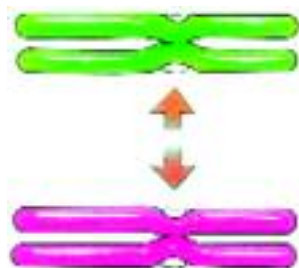
Во мејоза I се одвива кросинговер и се врши редуција на бројот на хромозомите.

Кросинговерот е процес при кој настанува реципрочна размена на хромозомски фрагменти, со што доаѓа до менување на постојната, со нова генетска комбинација на особините.

Со цитокинеза се формираат две клетки, со хаплоиден број хромозоми на крајот од првата мејотичка делба, со што бројот на хромозомите се редуцира на половина.



Сл. 7.9. а. Секој хомологен хромозом со својот пар (бивалент).



Сл. 7.9. б. Одделување на хромозомите од парот.

мозоми. Со ова, бројот на хромозомите се редуцира на половина, меѓутоа хромозомите сè уште се двохроматидни.

Во *мејоза II* при цитокинезата на двете клетки добиени од *мејоза I*, по делбата на центромерот, сестринските хроматиди се одделуваат една од друга и преминуваат во различни клетки. Со тоа, од две клетки се добиваат четири (тетрада од клетки). Тие се хаплоидни и имаат рекомбиниран наследен материјал во еднохроматидните хромозоми (слика 7.9. в и г). Фазите и текот на делбата се идентични со митотичката делба.

Фази на мејозата - редукциона делба на клетките

Пред да отпочне делбата на јадрото, настанува *интер-фазен период*, во кој клетката се подготвува за делба. Овој период опфаќа претсинтетски период (G1), синтетски период на репликација на DNA (S-период) и постсинтетски период (G2).



Потоа следи делбата на јадрото. Мејоза I опфаќа неколку фази (рана профaza, доцна профaza, метафаза I, анафаза I и телофаза I) од кои првата трае најдолго. Во неа се случуваат најсуштествените промени од делбата, кои се опфатени со раната и доцна профaza.

Фази од мејоза I

Профаза I

Раната профaza се состои од три стадиуми (лептотен, зиготен и пахитен), додека *доцната профaza* од два стадиуми (диплотен и дијакинеза). Од почетокот на профaza I сè до анафаза, хромозомите се спирализираат, скусуваат и задебелуваат.



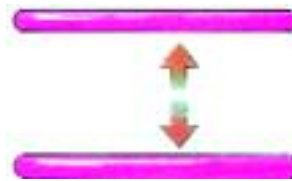
Хромозомите од различните родители се обоени различно.

Во раната профaza хромозомите се во форма на тенки нишки кои се состојат од две сестрински хроматиди.

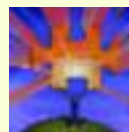
Хомологните хромозоми се придвижуваат (*конјугација*), и се поврзуваат по целата нивна должина. Притоа образуваат *синаптички комплекс* наречен *бивалент*. Бивалентот се состои од два хомологни хромозоми, односно од 4-хроматиди.



Сл. 7.9. в. Секој хромозом во клетките се состои од две хроматиди.



Сл. 7.9. г. Сестринските хроматиди се одделуваат една од друга со делба на центромерот. Се упатуваат во различни клетки.



Карактеристики на поделните стадиуми од профaza I се:

Лейптоџен: јадрото има мрежест изглед. Хромозомите се нишковидни, бројот и распоредот на хромомерите е константен.

Зиготен: Комплементарно спарување на хомологните хромозоми, меѓу гени со еднаква положба, структура и функција. Формирање на синаптичките комплекси.

Пахитен: Формирање на биваленти (парови од хомологни хромозоми). Формирање на хијазми и кросинговер.

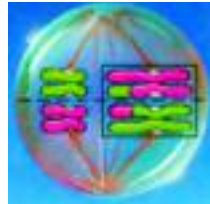
Диplotен: Засилена спирализација на хромозомите. Распаѓање на синаптичкиот комплекс преку постапно одделување на двохроматидни хромозоми од бивалентот. Бивалентите имаат форма на буквите X и O.

Дијакинеза: Хромозомските парови се куси и задебелени. Хромозомите во парот се држат за терминалните хијазми.



ди и два центромера. Во оваа фаза се формираат хијазмите.

Хромозомите почнуваат да се одделуваат едни од други, а на ниво на хијазмите настанува кросинг оверот.



Меџафаза I

Хромозомите се максимално спирализирани. Поставени се на екваторијалната рамнина и се поврзани преку центромерите за нишките од делбеното вретено.

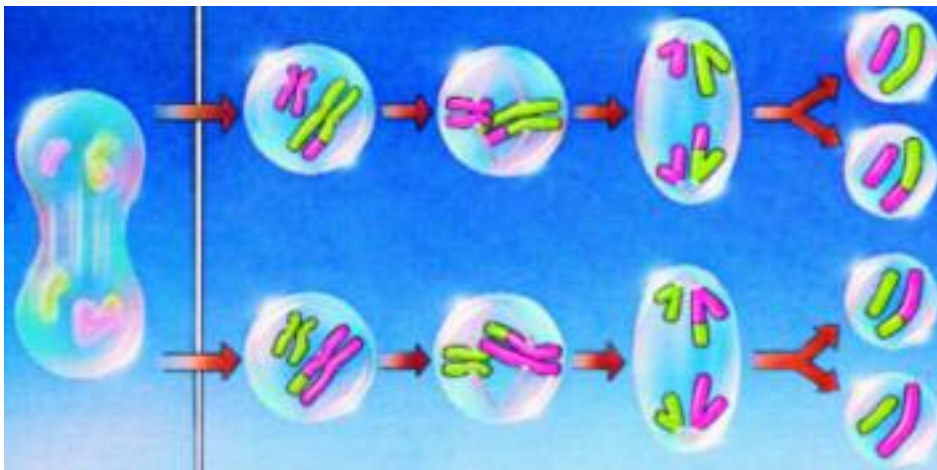


Во доцнаџа профаза се распаѓа синаптичкиот комплекс. Хромозомите се држат за терминални хијазми, и имаат форма на буквата X, O или во форма на 8. Делбеното вретено е формирано, исчезнуваат јадрената мембрана и јадренцето.



Анафаза I

Секој хомолог се одделува од својот пар и се движи кон спротивниот пол на клетката.



Телофаза I

Профаза II

Метафаза II

Анафаза II

Телофаза II

Телофаза I

Со цитокинеза се добиваат дијадите од хаплоидни клетки, во кои хроматидите се двохроматидни, со рекомбиниран наследен материјал.

Фази од мејоза II

Профаза II

Отсуствува репликација меѓу двете делби. Сестринските хроматиди се сè уште поврзани преку центромерот.

Меџафаза II

Хромозомите се поставени во екваторијалната рамнина, поврзани се преку центромерот за нишките од делбеното вретено.

Фазите и текот на мејоза II се како при митотичката делба.

Во мејоза II од две клетки се добиваат четири (тетрада од клетки). Тие се хаплоидни и имаат рекомбиниран наследен материјал во хромозоми.

Анафаза II

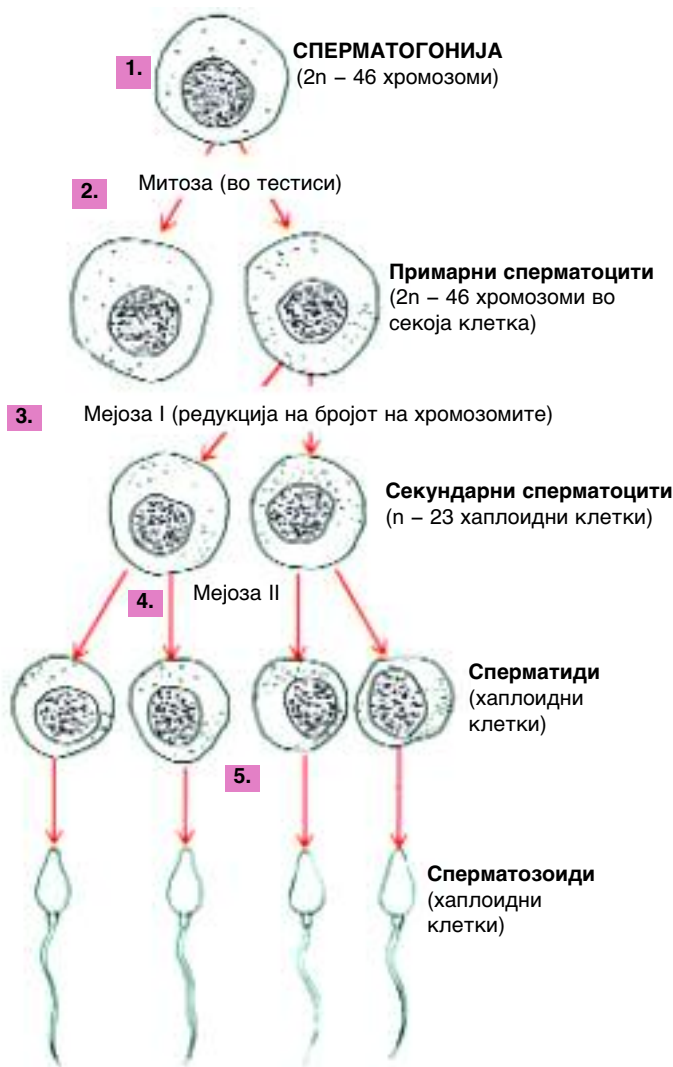
Настанува делба на центромерот. Сестринските хроматиди се одделуваат една од друга и се движат кон полови-те на клетката.

Телофаза II

Со цитикинеза од двете клетки се добиваат четири. Сите се хаплоидни со еднохроматидни хромозоми.

Сперматогенеза

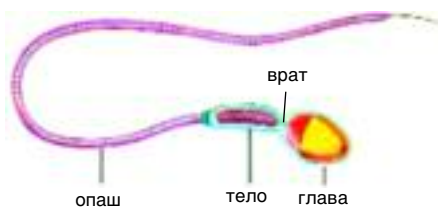
Веќе напомним дека процесот на создавањето и созре-вањето на машките полови клетки (сперматогенеза) се од-вива во семените каналчиња на тестисите. Сперматозоидите се создаваат од клетките на герминативниот епител што ги обложува сидовите на каналчињата. Сперматогенезата се одвива преку неколку последователни фази (слика 7.11):



Мејоза II се одвива во четири фази: профаза II, метафаза II, анафаза II и телофаза II.

При профаза II отсутствува репликација.

Сперматогенезата се одвива преку неколку последователни фази: 1. Со митоза од диплоидни клетки се формираат сперматогами; 2 со митоза сперматогамиите преминуваат во примарни сперматоцити; 3. Со мејоза I се создаваат два секундарни сперматоцити; 4. Со мејоза II од двата секундарни сперматоцити се формираат четири незрели полови клетки-сперматиди и 5. процес на созревање на сперматидите спермиогенеза и создавање на сперматозоиди.

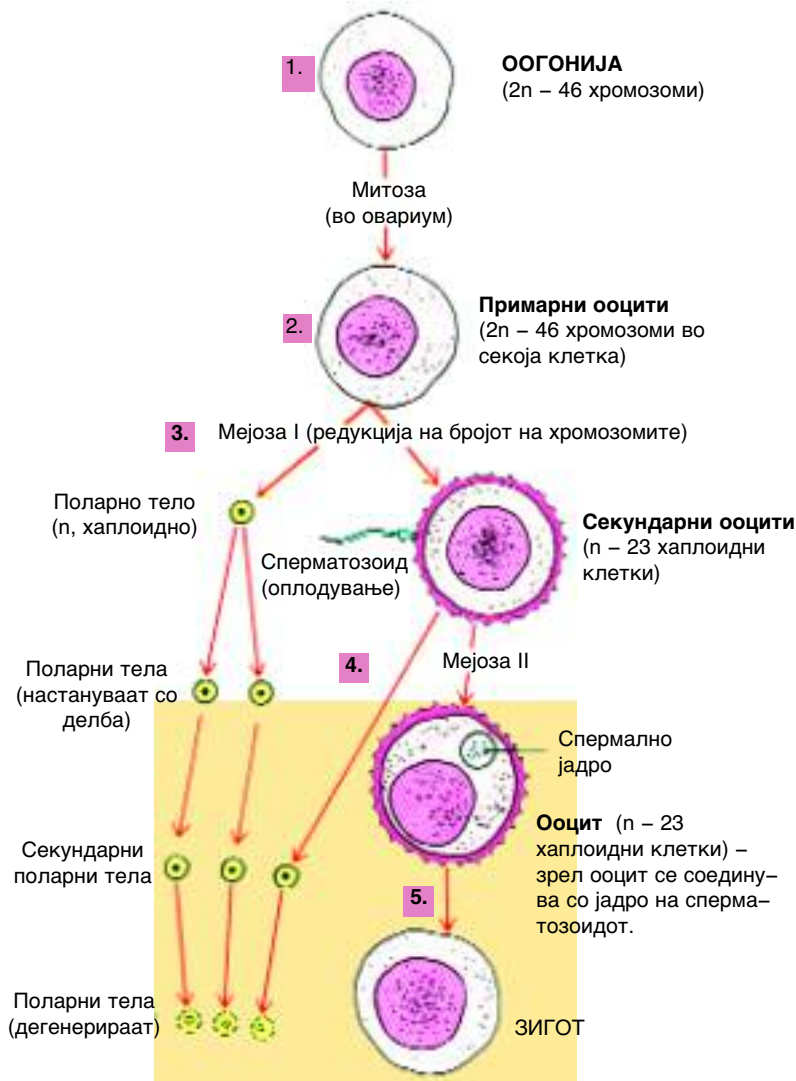


Градба на сперматозоид

Сл. 7.11. Фази на сперматогенеза. 1. фаза - зголемување на бројот на клетките преку митотичка делба и формирање на сперматогами од герминативниот епител; 2. фаза - со митотичка делба сперматогамиите преминуваат во примарни сперматоцити; 3. фаза - мејоза I (редукција на бројот на хромозомите и создавање на 2 секундарни сперматоцити); 4. фаза - IIмејотичка делба на претходно добиените секундарни сперматоцити и формирање на 4 незрели полови клетки - сперматиди; 5. фаза - спермиогенеза - процес на созревање, односно менување на формата на сперматидите и формирање на сперматозоид. Во оваа фаза секој сперматозоид се диференцира на: глава, врат, тело и опаш.

Оогенеза

Процесот на создавањето и созревањето на ооцитите (оогенеза) се одвива во овариумите. Во последователните фази низ кои минува оогонијата, се добива зрела хаплоидна јајце клетка (слика 7.12).



Оогенезата се одвива во неколку последователни фази: 1. Со митоза се формира оогонија; 2. Со митоза оогонијата преминува во примарен ооцит; 3. Со мејоза I, настанува редукција на хромозомите и се создава еден секундарен ооцит и поларно тело; 4. Секундарниот ооцит со мејоза II се дели и се создава еден ооцит и второ поларно тело. Ако има оплодување следи 5-та фаза во која ооцитот преминува во зигот.

На крајот од оогенезата се добива една хаплоидна јајце клетка, додека на крајот од сперматогенезата се добиваат четири хаплоидни клетки - сперматозоиди.

Сл. 7.12. Оогенеза-фази на создавање и созревање на јајце клетките: 1. фаза - зголемување на бројот на клетките преку митотичка делба и формирање на оогони од герминативниот епител; 2. фаза - со митотичка делба оогонијата преминува во примарен ооцит; 3. фаза - мејоза I (редукција на бројот на хромозомите создавање на еден секундарен ооцит и поларно тело (клетка која има мала количина на цитоплазма). Во оваа фаза можно е оплодување (навлегување на сперматозоидот во секундарниот ооцит); 4. фаза - секундарниот ооцит со мејоза II се дели и се добива еден ооцит и второ поларно тело. Ако настане оплодувањето, следи 5. фаза во која ооцитот преминува во зигот (спојување на јадрото на ооцитот со јадрото на сперматозоидот).

Со одвивање на фазите од овие процеси, на крајот од сперматогенезата се добиваат четири хаплоидни клетки кои созреваат во сперматозоиди, додека на крајот од оогенезата се добиваат:

- ♦ една хаплоидна јајце клетка која созрева во Графовиот фоликул и
- ♦ три хаплоидни полоцити, кои брзо пропаѓаат и немаат никаков удел во оплодувањето.

ПЛАНИРАЊЕ НА СЕМЕЈСТВОТО

Човекот, како и поголемиот број животни, има голема репродуктивна моќ. Затоа ризикот од непланирана бременост е многу голем и носи низа лични, социјални и медицински проблеми. Меѓутоа, насилниот метод на прекинување (абортус) е сè уште чест и најризичен начин за спречување на несаканата и непланирана бременост.

Денешните сознанија од медицинската практика говорат за бројни последици од насилно прекинување на бременоста, кои се поврзани со: долготрајно крвавење, нередовни и премногу чести менструации, воспалување на внатрешните полови органи кај жената. Една од најтешките последици е можниот ризик од траен стерилитет кај жената. Затоа, планирањето на семејството се јавува како нужна потреба. Планираната бременост и спречувањето на неочекуваната бременост со неагресивни (хуманизирани) методи овозможуваат и зголемување на еротското чувство (љубов без страв). Преку планирање на семејството, кое е основна клетка на општеството, се реализира и правото на детето по неговото раѓање, да биде сакано, да живее и расте во благосостојба, опкружено со љубов и грижа од двата родитела.

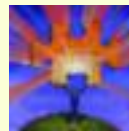
Планирањето на семејството не е новост на денешницата и не се јавило со појавата на анти-беби таблетите. Денес, постојат повеќе или помалку успешни начини за заштита од бременост, а ние ќе наведеме некои од нив.

1. Заштита без користење заштитни средства:

♦ Една од најстарите методи за заштита, се состои во прекинување на половиот акт (*coitus interruptus*). Овој метод е доста несигурен, затоа што пред ејакулацијата, се ослободуваат извесен број сперматозоиди преку мочоводот;

♦ **Кнаус-Огиновиоџ метод** најчесто се применува. Се базира врз утврдување на плодните денови во месечниот циклус, кои изнесуваат ± 4 дена од овулацијата. Тоа значи дека кај месечен циклус кој трае 28 дена, се зема 14-тиот ден, од почетокот на менструацијата, односно средината на циклусот, кога треба да се избегнува половиот однос (слика 7.13). Овој метод не е сосема безбеден, бидејќи менструалниот циклус не изнесува секогаш 28 дена. Врз процесот на овулацијата влијаат бројни надворешни и внатрешни фактори (стресот, температурата, промена на климата и др.), кои може да доведат до поместување на овулацијата.

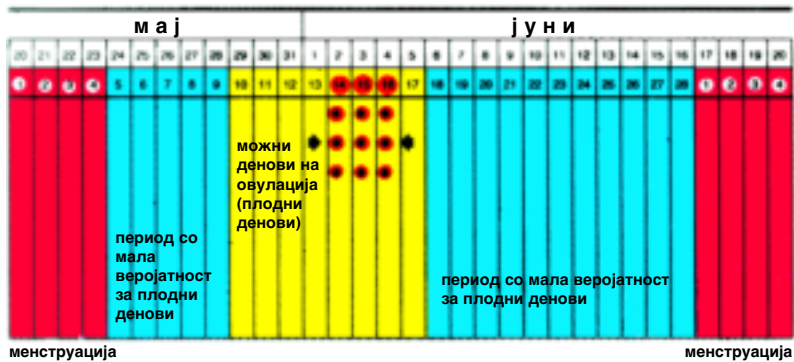
♦ Температурниот метод се базира врз дејството на половите хормони кои влијаат врз промената на телесната температура, за време на месечниот циклус. Со мерење на утринската базална температура (во усна празнина) забележано е



Климактериумот

е период од животот кај жената кога престанува овулацијата и создавање на жолтото тело, односно доаѓа до престанок на појава на редовниот месечен циклус. Обично се јавува во период меѓу 46-52 годишна возраст. Со менопауза се означува времето на последното крвавење (месечен циклус). Причината за појава на менопаузата е природното намалување на функцијата на јајчниците. Со текот на времето, настанува атрофија на јајниците, како и на другите репродуктивни органи.

Кај жената во овој период се јавуваат извесни тешкотии како нервна раздражливост, бранови на жештина, краткотрајна вртоглавица и други психички проблеми. Хормонското лекување со естрогени се покажало како ефикасно, особено во спречување на придружните манифестации од дефицит на естрогените хормони како што е остеопорозата или намалувањето на ризик од срцев инфаркт. Меѓутоа, констатирано е дека со подолга естрогена терапија, се зголемува ризикот од канцерогени заболувања на матката.



Сл. 7.13. Определување на плодни и неплодни денови.

дека, во првата половина на циклусот таа е пониска за 0,2 - 0,3 °C (хипотермна фаза), а е повисока во втората фаза од циклусот ± 4 дена од овулацијата. Преку овој метод се утврдуваат плодните денови во циклусот.

2. Механичка заштита

Тоа е контрацептивен метод кој има за цел спречување на навлегување на сперматозоидите во матката. Механичко заштитно средство за мажите е презервативот (кондом), додека за жените тоа се дијафрагмата и спиралата (слика 7.14). За обете заштитни средства кај жената, потребни се консултации со гинеколог кој треба да ја определи големината на дијафрагмата или да ја постави спиралата во матката. Спиралата е заштитно средство кое може да се користи подолго време.

3. Хемиска заштита

Овој тип на заштита се темели врз спермицидното дејство на различни хемиски материи (лимонска, млечна киселина, или цинк сулфат, калиум-перманганат и др.), кои ги уништуваат сперматозоидите. Како хемиски заштитни препарати се користат разни пенливи таблети, пени, креми, аеросоли и други, кои се внесуваат во вагината пред половиот акт.

4. Биолошко-хормонска заштита

Хормонската контрацепција или популарно наречени анти-беби таблети, се средства со хормонска основа кои имаат за цел кај жената да предизвикаат привремена неплодност, која не доведува до траен стерилитет. Тоа се најчесто 21-22 таблети кои се земаат секојдневно (во текот на еден менструален циклус). Хормонската заштита влијае врз менструалниот циклус на два начина: преку блокирање на врската хипоталамус-хипофиза со што се спречува овулацијата или преку формирање на густ секрет кој го предизвикува пропаѓањето на јајце клетката и сперматозоидот.



а.



б.

Сл. 7.14. Механичка заштита кај жената за спречување на предвремена бременост; а. дијафрагма, б. спирала.

Начини за заштита од бременост се: заштита без користење заштитни средства, механичка заштита, хемиска заштита, биолошко-хормонска заштита и вештачки стерилитет.

Начините за заштита од забременување без заштитни средства се: утврдување на плодните денови во месечниот циклус, и температурен метод.

5. Вештачки стерилитет

Стерилизацијата е постапка со која се предизвикува траен стерилитет, во која се зачувува способноста за полов живот. По правило, се применува по периодот на оптимална репродукција (над 35 години), по желба на поединецот или во некои држави како мерка за контрола на natalitetot. Стерилизација може да се изврши кај обата пола. Кај мажите се извршува со подврзување на севоводите (*вазектомија*), додека кај жените со подврзување или одвојување на јајцеводите.

ПОЛОВИ ЗАБОЛУВАЊА И ПРЕВЕНЦИЈА

Половите органи се лесно подложни на бактериски, вирусни или габични инфекции. Голем број од инфекциите не се задржуваат само на половите органи, туку се шират и врз другите органи во организмот. Особено, женскиот репродуктивен систем е поподложен на инфективни заболувања. Истите може да бидат причина за развиток на тумор на половите органи, или може да доведат до предвремено породување или да го зголемат степенот на смртност кај новороденчињата.

Инфекции

Инфекциите на половите органи ги предизвикуваат најразлични микроорганизми во гениталните органи, кај обата пола. Се манифестираат со болки во мочоводот и појава на воспалителни инфекции. Проширувањето на инфекциите може да доведе и до стерилитет.

Една од покарактеристичните инфекции ја предизвикува *хламидијата*, која се лекува кај обата партнера. Новороденчињата од заразени мајки имаат појава на инфекции на очите и белите дробови.

При leukoreja (бело ѝрање) се јавува бескрвен вагинален секрет што го продуцираат жлездите на матката.

Најчесто половите болести се преносливи (заразни). Се шират преку полов контакт и се познати под поимот полово или сексуално преносливи болести. Од нив класични полово-венерични болести се сифилисот (*lu*) и гонорејата (*tri*) кои се со најтешки последици.

Сифилисој го предизвикува микроорганизмот спирохета, која по полов пат навлегува низ најмалите оштетувања на слузокожата. Може да се пренесе со контакт на заразени возрасни индивидуи како и од заразена мајка на плодот уште во матката. Предизвикувачот може да ги нападне сите ткива и органи. Првите видливи симптоми се ја-

вуваат по 3-4 недели. Болеста може да трае со години или до крајот на животот.

Гонорејата ја предизвикува бактерија гонокок, ја зафаќа слузокожата на органите. Подоцна се проширува и на внатрешните органи од репродуктивниот систем. Тоа е најчеста полова болест која се пренесува при полов контакт и поретко преку интимни контакти. Кај жените предизвикува стерилитет. Гонорејата може да се пренесе и на новороденчето за време на породувањето.

Трихомонијазата ја предизвикува паразитот трихомонас. Мошне е честа во периодот на најголемата полова активност на човекот (20 до 40 годишна возраст). Инфекцијата се пренесува преку полови контакти како и преку користење на нечист прибор за интимна хигиена.

Една од половите болести е и **пологиот (генитален) херпес**. Предизвикувач е вирусот сличен на вирусот кој го предизвикува херпесот на усната празнина. По заразата вирусот со години опстојува во мозочните ганглии и нервите.

ХИВ - хуман имунодефициентен вирус, кој ја предизвикува **сидата** е полово пренослива болест од посовремен тип. Тој го напаѓа имунолошкиот систем на организмот. Се пренесува при полов контакт. Меѓутоа, овој вирус може да се пренесе и со: трансфузија, користење на веќе искористена игла за инјектирање или ист прибор за бречење, преку ситни ранички, при породување или доење на детето. По инфекцијата со ХИВ, не се забележуваат видливи симптоми, но болниот (ХИВ+) може да ја пренесе заразата на други индивидуи. Овој период може да трае и повеќе од десет години, по кое може да се манифестира болеста. Последиците од болеста не се предизвикани од ХИВ-вирусот туку од неспособноста на организмот да се бори против другите инфекции на кои е изложен.

Врз ширењето на болеста најмногу влијае честото менување на партнери (промискуитет), проституцијата, миграцијата на луѓе, особено кај оние кои живеат во лоши социјални и хигиенски услови.

Лек против сидата сè уште не е пронајден, затоа, најдобра заштита засега претставува користењето на презерватив и добивање добра и навремена информација.

Сето ова говори за потребата од редовно одржување на хигиената и нега на половите органи кај обата пола. Стекнувањето на навиките за одржување на личната хигиена се формираат во раната возраст кај децата и таа треба да се однесува на постојана, секојдневна хигиена и на половите органи. Кај женскиот пол, особено внимание на хигиена треба да се посвети во текот на менструацијата, бременоста и по породувањето. Секако, најдобра заштита е и добивање на целосна и точна информација за познавањето на полово преносливите болести и последиците од нив.



Манифестации во краен стадиум на сифилис.

Сидата ја предизвикува ХИВ-хуман имунодефициентен вирус и таа е полово пренослива болест. Се пренесува преку крв и при полов контакт и засега најдобра заштита е користење на презерватив и навремено информирање за болеста.

Промискуитетот е ризик фактор кој најчесто води кон појава на некоја од полово преносливите болести.



ИСТРА@УВАЊЕ

Семејна состојба на учениците

Хиџоџеза

Наталитетот во Република Македонија во последните педесет години опаѓа

Помошна хиџоџеза

- На секои десет години, почнувајќи од 1950-2000 година се бележи опаѓање на наталитетот;
- Во современите семејства најчесто има едно до две деца;
- Преовладува машката популација.

Потребни предзнаења:

- Наталитет во Република Македонија во изминатите 50 години;
- Поим за родословно стебло.

План на истражувањето:

- Учениците треба да се поделат на шест групи;
- Секоја група треба да обезбеди податоци за наталитетот во Република Македонија во период од 1950-2000 година;
- Секој ученик поединечно треба да изготви шематски приказ на родословното стебло на обата родители (за две генерации наназад). За таа цел користете го приложениот пример:

Материјали за работа:

Прибор за пишување, калкулатор, боици, креда, табла, компјутер.

Опис, евидентирање и обработка на податоци:

1. Сите ученици во групата треба заеднички да изготват соопштение за:

- бројот на единките, според полот од I генерација (семејна состојба на обата ваши родители) и

- бројот на единките, според полот за II генерација (бројот на браќа и сестри).

2. Во заедничка табела, изработена на таблата, одговорниот на групата треба да ги внесе вредностите.

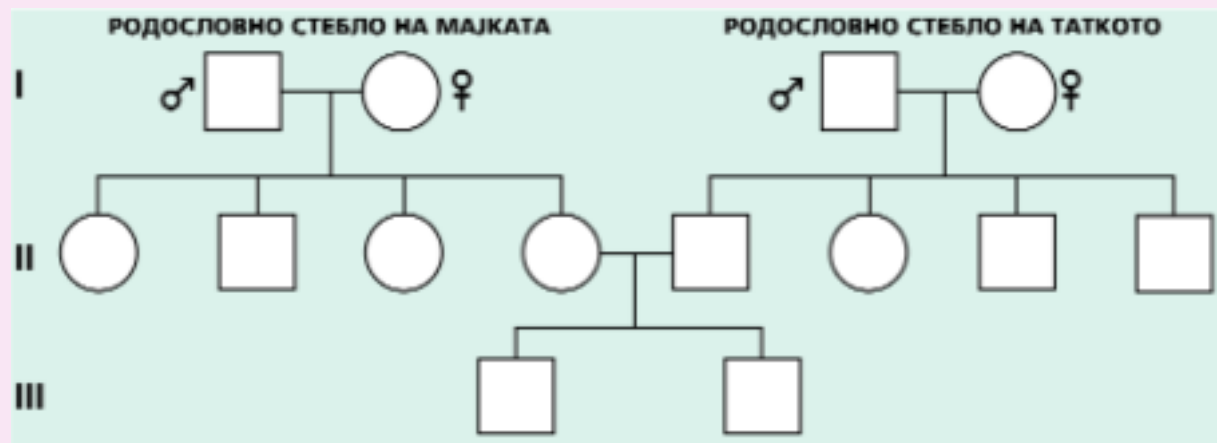
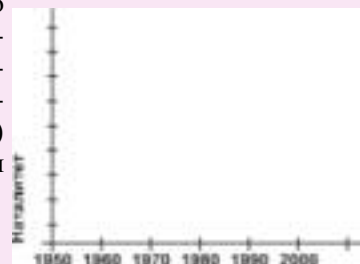
3. Секоја група треба да ја пресмета процентуалната вредност на I и II генерација за обата пола и податоците да ги внесе во табела.

4. Добиените резултати да се претстават графички.

Насоки за донесување заклучоци:

1. По извршената анализа и споредба на резултатите за I и II генерација, образложете ги резултатите;

2. Споредете ја процентуалната вредност за II генерација со податоците за наталитетот од 1950-2000 година (за секои десет години) и претставете ги графички.



Кратка содржина на темата

1. Покрај растот и развојот, животниот циклус кај човекот го опфаќа и процесот на оплодувањето и формирањето полови клетки. Формирањето на половите клетки се остварува по пат на мејотичка делба при што се формираат хаплоидни машки и женски гамети (сперматозоиди и јајце клетки). Со нивното оплодување се формира диплоиден зигот, кој преку митотички делби и цитокинеза се развива во повеќеклеточен организам.

2. Кај машките и женските единки системот за репродукција содржи полови жлезди, полови одводни (канални) и дополнителни жлезди, како и орган за копулација и заштитни органи. Репродуктивните жлезди (семеници и јајчници) кај обата пола се одговорни за создавање на половите клетки (гаметогенеза) и учествуваат во секрецијата на половите хормони. Хормоните од овие жлезди се одговорни и за појава на примарни и секундарни полови карактеристики кај машките и женските единки.

3. Семениците (тестиси) се парни машки полови жлезди, во кои се продуцираат половите клетки во семенице каналчиња и се лачат андрогените хормони - тестостерон (во Лајдиг-ови клетки). Сперматозоидите се изнесуваат од семенице каналчиња преку натсеменикот во семеводот, а потоа преку исфрлувачкиот канал низ мочниот канал. Секрецијата на тестостеронот е регулиран од *гонадоипроиниите хормони* - FSH и LH од хипофизата.

4. Јајчници (овариум), се парни женски полови жлезди, кои учествуваат во создавањето и созревањето на половите клетки и лачењето на половите хормони. Оваријалниот, месечен, или менструален циклус, претставува циклична промена во женскиот организам, кој едновременно се одвива во овариумите и матката. Цикличните промени во овариумите се состојат од две фази: фоликуларна и лутеинска. Промените во матката во текот на месечниот циклус настануваат во три фази: пролиферативна, секреторна и регенеративна фаза. Од јајчниците (овариумите), се лачат естрогените хормони. Од жолтото тело се лачи прогестерон додека од фоликулите естрадиол. Ендокрината активност на овариумите е регулирана од хипофизарните гонадотропни хормони: FSH и LH.

5. Мејозата е делба на јадро од диплоидни клетки при што се добиваат хаплоидни клетки (јајце клетки и сперматозоиди) и преку рекомбинација се формира нова комбинација на наследниот материјал. Мејозата опфаќа две делби: мејоза I и мејоза II. Репликацијата на DNA настанува во интерфаза. Во мејоза I се одвива Кросинговер и се врши редукција на бројот на хромозомите. Фазите и текот на мејоза I се како при митотичката делба. Во мејоза II под две клетки се добиваат четири (тетрада од клетки). Тие се хаплоидни и имаат рекомбиниран наследен материјал во хромозомите.

Мејоза I се одвива во неколку фази: рана профаза, доцна профаза, метафаза I, анафаза I и тело-

фаза I. Во раната профаза хромозомите се во форма на тенки нишки кои се состојат од две сестрински хроматиди. Во доцната профаза хромозомите се држат за терминални хијазми, формирано е делбеното вретено, а исчезнува јадрената мембрана и јадренцето. Мејоза II се одвива во четири фази: профаза II, метафаза II, анафаза II и телофаза II.

6. Сперматогенезата се одвива преку неколку последователни фази: 1. со митоза од диплоидни клетки се формираат сперматогонии; 2. со митоза сперматогониите преминуваат во примарни сперматоцити; 3. со мејоза I се создаваат два секундарни сперматоцити; 4. со мејоза II под двата секундарни сперматоцити се формираат четири незрели полови клетки-сперматиди и 5. процес на созревање на сперматидите (спермиогенеза) и создавање на сперматозоиди.

7. Оогенезата се одвива во неколку последователни фази: 1. со митоза се формира оогонија; 2. со митоза оогонијата преминува во примарен ооцит; 3. со мејоза I, настанува редукција на хромозомите и се создава еден секундарен ооцит и поларно тело; 4. секундарниот ооцит со мејоза II се дели и се создава еден оотид и второ поларно тело. Ако има оплодување следи 5-та фаза во која оотидот преминува во зигот.

8. Планирањето на семејството претставува потреба со што ќе се планира бременост и ќе се спречи неочекуваната бременост со хуманизирани методи. Преку планирањето на семејството, се реализира правото на секое дете, уште додека е во утробата на мајката, да биде саќано, да живее и расте во благосостојба, опкружено со љубов и грижа од двата родитела. Денес, постојат повеќе или помалку успешни начини за заштита од бременост, а ние ќе наведеме некои од нив: заштита без користење заштитни средства, механичка заштита, хемиска заштита, биолошко-хормонска заштита и вештачки стерилитет. Начините за заштита од забременување без заштитни средства се: утврдување на плодните денови во месечниот циклус, и температурен метод.

9. Системот за репродукција е подложен на инфекции, кои може да се прошират и на други органи во организмот. Особено, женскиот репродуктивен систем е поподложен на половите болести. Најчесто половите болести се заразни. Се шират преку полов контакт и се познати под поимот полово или сексуално преносливи болести. Полово-венерични болести се сифилисот и гонорејата кои се мошне опасни и со тешки последици.

Многу се чести инфекциите на половите органи предизвикани од бактерии, вируси и габи.

ХИВ-хуман имунодефициентен вирус е полово пренослива болест од посовремен тип. Се пренесува преку крвта при полов контакт или преку користење на ист прибор за бричење, игла за инјектирање, или при породување или доење на детето. Лек за ова заболување сè уште нема и затоа засега најдобра заштита е користење на презерватив и навремено информирање.

Проверете го вашето знаење

1. Од кои етапи се состои животниот циклус на човекот и кои се суштинските карактеристики за секоја од нив?
2. Кои се внатрешните органи на машкиот и женскиот репродуктивен систем и каква е нивната улога?
3. Наведете некои секундарни полови карактеристики по кои се разликуваат обата пола!
4. Наведете некои примарни полови карактеристики кај машките и женските единки!
5. Што е заедничко во функцијата кај машките и женските полови жлезди?
6. Опишете ја регулацијата и лачењето на семениците и јајчниците!
7. Од кои фази се состои оваријалниот месечев циклус и што е карактеристично за нив?
8. Што може да се случи со формираната јајце клетка?
9. По што се разликуваат фоликуларната од лутеинската фаза?
10. Низ кои фази на трансформација поминува Графовиот фоликул за време на оваријалниот циклус и каква улога има во секоја од нив?
11. Која е суштината на гаметогенезата?
12. Споредете ги оогенезата и сперматогенезата и најдете ги разликите што постојат меѓу нив?
13. Објаснете го текот на мејозата, нејзиното значење и разликите меѓу мејозата и митозата?
14. Какво значење има кросинговерот?
15. Какво значење има планирањето на семејството. Наведете некој начин за организирано планирање на семејството и контрола врз раѓањето!
16. Кои се најчестите полови болести и како се пренесуваат?
17. Кои се можните последици од полово-преносливите заболувања и на кој начин се врши превенција?
18. Колку сперматозоиди се добиваат од 100 сперматиди, а колку од 100 примарни сперматоцити?
19. Во што се состои ендокрината улога на тестисите и овариумите?
20. Наведете ги разликите меѓу одделни средства за контрола на раѓањето. На кое средство за заштита би му дале предност и образложете зошто?



КВИЗ

1. Кој од наведените хормони ја стимулира сперматогенезата?

- а. тестостерон
- б. прогестерон
- в. лутеинизирачки хормон
- г. фоликулостимулирачки хормон
- д. естрадиол

2. Колкав е бројот на хромозомите во секундарните сперматоцити?

- а. хаплоиден
- б. полиплоиден
- в. диплоиден
- г. константен
- д. тетраплоиден

3. Како е наречен периодот од 5-от до 14-от ден од менструалниот циклус?

- а. оваријален
- б. овулација
- в. естроген
- г. прогестациски
- д. менструација

4. Лачењето на женските естрогени хормони зависи од активноста на:

- а. пролактин
- б. соматотропен хормон
- в. аденокортикотропен хормон
- г. фоликулостимулирачки хормон
- д. лутеинизирачки хормон

5. Која од од наведените жлезди во машкиот репродуктивен систем е непарна?

- а. простата
- б. семени меурчиња
- в. Куперова жлезда
- г. тестиси
- д. Лајдигови клетки

6. Со редни броеви од 1 до 5 наредете ги органите од машкиот репродуктивен систем за да формираат анатомска целина низ која ќе се

движат сперматозоидите од местото на формирањето кон местото на исфрлање:

- ___ мочен канал
- ___ семени каналчиња
- ___ натсеменик
- ___ семевод
- ___ исфрлувачки канал

7. Која од наведените карактеристики не претставува секундарен машки полов белег?

- а. подлабок глас
- б. погруба кожа
- в. зголемување на половите органи
- г. поголем број еритроцити
- д. повисок метаболизам

8. Поврзете ги одделните органи и жлезди со функциите!

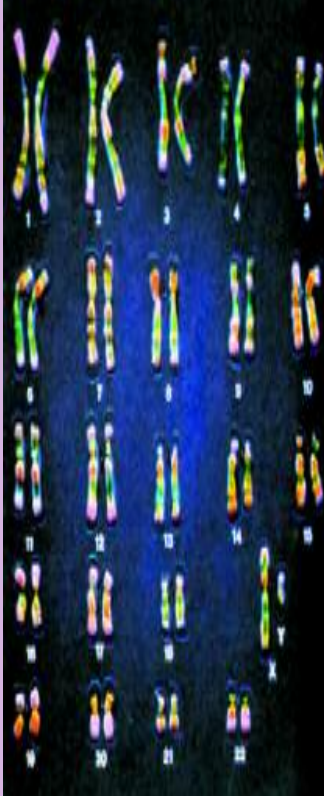
- | | |
|----------------------|-------------------------------|
| ___ Лајдигови клетки | 1. сперматогенеза |
| ___ натсеменик | 2. мукозен секрет |
| ___ хипофиза | 3. созревање на сперматозоиди |
| ___ Куперови жлезди | 4. лутеинизирачки хормон |
| ___ семени каналчиња | 5. тестостерон |

9. Поврзете ги одделните процеси со фазите во кои се одвиваат!

- | | |
|--|------------------|
| ___ кросинг овер | 1. телофаза I |
| ___ одделување на бивалентот | 2. доцна профaza |
| ___ хромозоми на екваторијална рамнина | 3. анафаза I |
| ___ дијади од хаплоидни клетки | 4. телофаза I |
| ___ терминални хијазми | 5. метафаза II |

10. Поврзете ги меѓу себе соодветните поими!

- | | |
|----------------|----------------------|
| ___ овариум | 1. прогестерон |
| ___ фоликули | 2. оплодување |
| ___ хипофиза | 3. месечен циклус |
| ___ жолто тело | 4. FSH |
| ___ јајцевод | 5. естрогени хормони |



ХУМАНА ГЕНЕТИКА 219

ХРОМОЗОМИ КАЈ ЧОВЕКОТ 220

Градба, број и видови на хромозоми 220

КАРИОТИП И КАРИОГРАМ 220

Barr-ово тело 221

НАСЛЕДУВАЊЕ НА ПОЛОТ 222

НАСЛЕДУВАЊЕ НА КРВНИТЕ ГРУПИ 223

Трансфузија 224

Rh-систем на крвта 224

МУТАЦИИ КАЈ ЧОВЕКОТ 225

Родословно стебло 226

Хромозомски мутации 227

Хетероплоидија и синдроми кај човекот 227

Синдроми поврзани со хетероплоидија на половите хромозоми 227

Синдроми поврзани со хетероплоидија на автозомните хромозоми 228

Генски мутации 228

Автозомно рецесивно наследување 228

Рецесивно наследување врзано за половите хромозоми 229

ГЕНЕТСКИ ИНЖЕНЕРИНГ 231

Манипулација со гени 231

Рекомбинирање на DNA 231

Репродуктивно клонирање 232

Клонирање во тераписки цели 233

8. ХУМАНА ГЕНЕТИКА

Во секојдневието, многу често се говори за постоење на сличност меѓу синот и ќерката со еден од родителите, или дека внукот наследил некои особини од дедото. Ова поврзување во наследувањето се базира на реални забележувања, а нивната основа е во наследните особини на човекот. При истражувањата во хуманата генетика, се наидува на многу тешкотии кои произлегуваат од ограничените можности за експериментирање во вкрстувањето. Друга причина е малиот број на реализирани потомци од еден родителски пар, и последно затоа што менувањето на родителската со нова генерација, се одвива многу бавно (просечно секои 30 години).

И покрај сето ова, со развојот на генетиката констатирано е дека општите закони на наследувањето важат и за човекот. Со тоа многу појави на наследувањето на особините, денес се веќе објаснети. Особено се корисни резултатите добиени со проучувањето на хромозомите (цитогенетските истражувања), родословното стебло, близнаците и др. Врз основа на овие истражувања денес со сигурност може да се тврди за наследувањето на одделни особини кај човекот (табела 8.1).

Табела. 8.1. Примери за наследување на некои особини кај човекот (доминантно-рецесивно наследување).

Доминантно	Рецесивно
Темна коса	Светла коса
Кафеава или зелени очи	Сини или сиви очи
Јамички на образите	Образи без јамички
Ушна ресичка – слободна	Ушна ресичка срасната
Вертикално виткање на јазикот	Неможност за вертикално виткање на јазикот
Напречно виткање на јазикот	Неможност за напречно виткање на јазикот
Крвна група А, В	Крвна група 0
Кожа без пеги	Кожа со пеги
Брада со јамичка	Брада без јамичка
Нормален вид	Кратковидост
Нормално разликување на боите	Слепило за бои – Далтонизам
Нормална коагулација на крвта	Хемофилија
Нормална пигментација	Албинизам

Суѓестии за настајвањето:

Пред да зайочнеете со обработка на новата тема, со цел да го утврдите степенот на презнаење на учениците за наследувањето на особините, изгответе чек листа на ими, од мајерјалот од претходната година.

Во хуманата генетика, многу појави за наследните особини се проучуваат преку цитогенетски истражувања, родословно стебло и др.



Примери за доминантни наследни особини: а. јамички на образи; б. вертикално виткање на јазик.



Пример за рецесивна наследна особина: срасната ушна ресичка.

ХРОМОЗОМИ КАЈ ЧОВЕКОТ

Градба, број и видови на хромозоми

Хромозомите се органели на јадрото (кај еукариотските клетки), во кои се содржи наследниот материјал. Тие се динамични структури, кај кои во зависност од фазите на клеточниот циклус се менува морфологијата и хемискиот состав. Нивниот број, големина и форма се константни и карактеристични за секој органски вид.

Соматските клетки кај човекот содржат 46 хромозоми, што претставува диплоиден број на хромозоми. Тие се групирани во две хромозомски гарнитурни од 23 пара. Кај единките од двата пола, 22-та хромозоми (44) се означуваат како **автозомни хромозоми**, додека 23-тиот пар се **полови хромозоми**. Кај единките од женскиот пол, половите хромозоми се идентични-хомологни (XX), а кај машките единки се различни - нехомологни (XY).



ЗА ОНИЕ КОИ САКААТ ДА ЗНААТ ПОВЕЌЕ

Проучување на близнаци

Во генетиката на човекот, мошне корисно е проучување на еднојајчните близнаци. Тоа се единствени примери на генетски целосно исти луѓе, „мини-клонови“. Така, на нив може најјасно да се согледа влијанието на околината. Мали разлики може да настанат веќе пред породувањето заради различниот развој за време на бременоста. Подоцна, разлики може да предизвикаат и различната исхрана, животната средина, прележаните болести како и видот на професијата. Но генетските својства не може да се променат. Поради целосната генетска компатибилност меѓу еднојајните близнаци може многу успешно да се врши пресадување (трансплантација) на ткива и органи.

КАРИОТИП И КАРИОГРАМ

Збирот на сите хромозоми во јадрото на соматската клетка е означен со поимот **кариотип** (слика 8.1). Кај жената кариотипот се бележи со 44+XX, додека кај мажот, 44+XY.

Секој хромозом поседува центромер, кој го дели хромозомот на два крака, горен **p-крак** и долен **q-крак**. Во завис-

Суѓесѝши за наѝтавникоѝ:

За секој ученик умножете слика од кариотипот на човекоѝ. Зададете им задача на ученициѝте, да изгоѝваѝ кариограм, во кој ќе ѝ означат ѝруѝиѝте, бројот на хромозомиѝте и нивната морфологија сѝоред, Табела 8.2.

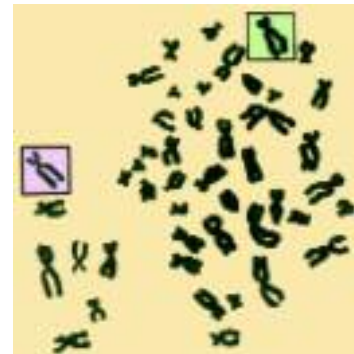
Човекот има диплоиден број (2n=46) хромозоми, кај женскиот пол 44+XX, а кај мажите 44+XY.

Хромозомите се органели на јадрото кои содржат наследен материјал.

Бројот на хромозомите, нивната големина и форма се константни и карактеристични за секој вид.

Кај човекот од 23 пара на хромозоми 22 пара се автозомни хромозоми, а еден пар се полови хромозоми.

Половите хромозоми кај женските единки се хомологни (XX), а кај машките нехомологни (XY).

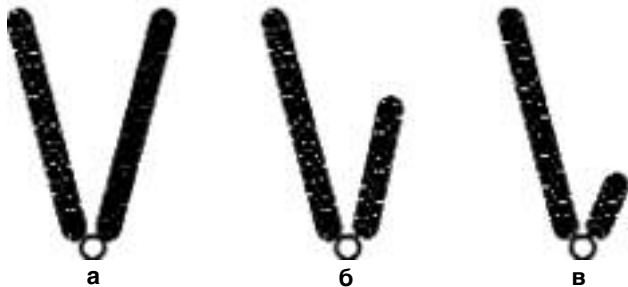


Сл. 8.1. Кариотип кај човек

Збирот на сите хромозоми во јадрото на соматска клетка претставува кариотип.

Кај човекот постојат 3 типа хромозоми: метацентрични, супметацентрични и акроцентрични.

ност од односот на краците на хромозомите (одреден со положбата на центромерите), кај човекот главно постојат 3 типа на хромозоми: *метацентрични*, *субметацентрични* и *ахроцентрични* (слика 8.2).



Сл. 8.2. Различни типови на хромозоми. а) метацентричен - центромерот е поставен медијално; б) субметацентричен - центромерот е поставен суб-медијално; в) ахроцентричен - центромерот е терминално поставен.

Претставувањето и систематизацијата на хромозомите по големина и форма, се нарекува **кариограм** (слика 8.3). Врз основа на тоа, во кариограмот, автозомните хромозоми (22 пара односно 44) кај човекот, според големината и морфологијата се поделени во 7 групи (А, В, С, D, и Е, F). Хромозомите од првата група се најголеми, додека од последната се најмали. Двата полови хромозоми во кариограмот се прикажуваат посебно. Поконкретната поделба и систематизацијата на хромозомите е претставена во табелата 8.2.

Група на хромозоми	Пар на хромозоми	Тип на хромозоми
А	1, 3	Метацентрични
	2	Супметацентричен
В	4, 5	Супметацентричен
С	6, * 7, 8, 11	Метацентрични
	9, 10, 12	Супметацентричен
Д	13, 14, 15	Ахроцентрични
Е	16	Метацентрични
	17	Супметацентричен
	18	Ахроцентрични
Ф	19, 20	Метацентрични
Г	21, 22 *	Ахроцентрични

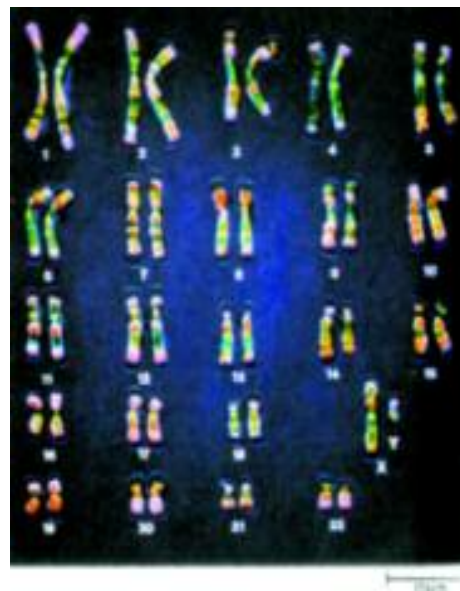
Табела 8.2. Поделба на хромозомите во групи според големината и морфологијата. (*Половите хромозоми припаѓаат на различни групи. X - хромозомот е субметацентричен и припаѓа во групата С помеѓу шестиот и седмиот пар. Y - хромозомот е ахроцентричен и припаѓа во групата G).

Варг-ово тело

Со цитогенетски испитувања е утврдено дека, во поголемиот број диплоидни клетки кај човекот, само еден X-хромозом од парот е активен. Кај женските единки, кои содржат два X-хромозоми, едниот е неактивен, во текот на

Систематизацијата на хромозомите по големина и форма претставува кариограм.

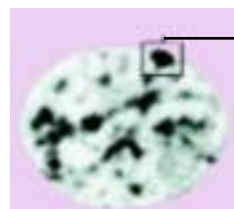
Во кариограмот автозомните хромозоми кај човекот (22 пара), според големината и формата се поделени во 7 групи, а полови хромозоми (1 пар) се прикажуваат посебно.



Сл. 8.3. Кариограм кај човек



Варг-ово тело кај маж (XY) (нема)



Варг-ово тело кај жена (XX)



Варг-ови тела кај жена трисомик (XXX)

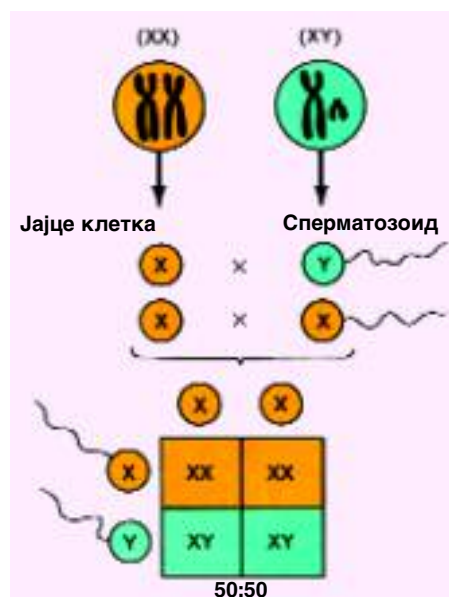
Сл. 8.4.

ембрионалниот развојот и како таков се задржува во соматските клетки. Неактивниот хромозом, формира т.н. **X-хроматин**, односно **Barro-ово тело**. Кај женските единки кои имаат два X-хромозоми, присутно е едно Barro-ово тело. Кај машките, не постои Barro-ово тело, бидејќи тие содржат само еден X-хромозом. Во случај кога клетката содржи повеќе од два X-хромозоми, само едниот е активен, а сите останати како неактивни се во форма на Barro-ови тела (слика 8.4). Barro-овото тело е со овална форма и се наоѓа од внатрешната страна на јадрената мембрана. Со детерминирање на бројот на Barro-ови тела во клетките, може да се утврди полот и евентуално присуство на вишок X-хромозоми во кариотипот кај човекот.

НАСЛЕДУВАЊЕ НА ПОЛОТ

Кај човекот полот е генетски определен со присуство на половите хромозоми. Со оглед на тоа што жените се хомогаметни, во оогенезата продуцираат само еден тип јајце клетки, кои содржат по еден X-хромозом. Мажите како хетерогаметни, во сперматогенезата, формираат два типа сперматозоиди, и тоа едниот во кој се содржи X-хромозомот и другиот, во кој се содржи Y-хромозомот. При оплодувањето, кога јајце клетката и сперматозоидот содржат X-хромозоми, потомството има женски пол (слика 8.5). Во случај кога машкиот гамет содржи Y-хромозом, потомството е од машки пол. Оттука јасно се гледа дека полот на потомството е детерминиран со Y-хромозомот. Веројатноста во потомството да се наследи машки или женски пол е во еднаков однос (50:50).

Во диплоидните клетки кај женските единки еден од двата полови хромозоми е неактивен и се нарекува Barro-ово тело. Кај машките, не постои Barro-ово тело.



Сл. 8.5. Детерминација на полот кај човекот. Прикажани се само половите хромозоми. Мажите ги предаваат Y-хромозомите на своите синови, додека X-хромозомите на своите ќерки. Машките и женските деца наследуваат по еден X-хромозом од мајките.



ЗА ОНИЕ КОИ САКААТ ДА ЗНААТ ПОВЕЌЕ

Во врска со процентуалната застапеност на машкиот пол во хуманата популација, постои податокот дека, при фертилизацијата почесто учествуваат сперматозоиди кои содржат Y-хромозом. Најверојатно затоа што Y-хромозомот е специфично полесен (помал хромозом), а со тоа побрз. Докажано е дека се создаваат повеќе машки зачетоци отколку женски, (оносно околу 130:100). Меѓутоа, пред раѓањето, смртноста на машките деца е поголема, затоа односот на новороденчињата е 106:100, во корист на машкиот пол. Кај мажите се задржува поголема смртност во текот на целиот живот. Затоа има повеќе жени постари од 50 години, отколку мажи.

Кај жените во оогенезата се продуцира еден тип јајце клетки (содржат по еден X-хромозом), додека кај мажите во сперматогенезата се формираат два типа сперматозоиди, (едниот со X, а другиот со Y-хромозом).

При оплодување: 1. ако сперматозоидот носи X-хромозом, новороденчето ќе биде од женски пол; 2. ако сперматозоидот носи Y-хромозом, новороденчето ќе биде од машки пол.

НАСЛЕДУВАЊЕ НА КРВНИТЕ ГРУПИ

Наследувањето на крвните групи настанува преку **мултипли алели**. Тоа се гени кои можат да мутираат на повеќе начини и со тоа се изразуваат преку повеќе фенотипови. Најтипичен пример во хуманата популација за мултипли алели е генскиот локус за АВО - системот на крвните групи. Тој е лоциран на 9-от хромозом. Видот на крвните групи зависи од 3 алелни гени - I^A , I^B , и i кои се одговорни за синтеза на специфични протеини (антигени А и В) во мембраната на еритроцитите. Комбинацијата на алелите I^A , I^B и ii даваат 4 фенотипови на крвните групи: А, В, АВ.

Која крвна група ќе имате зависи од видот на антигените што се содржат во мембраната на еритроцитите и од антителата кои се присутни во крвната плазма:

- ◆ Носителите на **А крвната група** во еритроцитите содржат А-антиген, а β-антитело, во крвната плазма.
- ◆ Носителите на **В крвната група** имаат В-антиген, и α-антитело.
- ◆ Кога еритроцитите ги содржат двата антигена (А и В) тогаш **крвната група** ќе биде АВ, а во крвната плазма ќе отсуствуваат антителата.

◆ Носителите на **О крвна група** немаат антигени во мембраната на еритроцитите, додека во крвната плазма содржат α и β-антитела.

Крвните групи А и В се наследуваат доминантно. О крвната група се наследува рецесивно, додека АВ крвната група поради еднаквата експресивна вредност на алелите за А и В антигените, се наследува кододоминантно. Ако знаеме дека фенотипот на една особина зависи од експресивната вредност на пар гени, тогаш сосема е логично зошто постојат шест генотипови за четири вида крвни групи. Врз основа на ова, алелите кои ги детерминираат А и В крвната група можат да се јават во хомозиготна ($I^A I^A$ и $I^B I^B$) или хетерозиготна состојба ($I^A i$ и $I^B i$). О-крвната група се изразува во потомството само кога алелите во парот ќе се најдат во хомозиготна рецесивна состојба (ii). Крвна група АВ, во генотипот ги содржи двата доминантни генски алели $I^A I^B$. Односот на фенотипови и генотипови, како и начинот на наследувањето на крвните групи е прикажан во табела 8.3 а. и 8.3 б.

Крвните групи имаат широка примена при трансфузија на крвта, докажувањето на татковството, во криминалистиката и др.

Суѓесѝии за наѕтавникоѝ:

На почетекоѝ на часоѝ, со цел да го искорисѝиѝе ѝредзнаеѝеѝо на учениѝиѝе за имунолошкиѝе реакции, од ѝиѝиѝоѝ анѝиѝген-анѝиѝе-ло, изгоѝиѝеѝе „ѝрашално ливче“ и ѝоделеѝе им го на учениѝиѝе. На краѝоѝ од часоѝ, корисѝеѝеѝи ги ѝа-белиѝе 8.3.а. и 8.3б, зададеѝе им задача на учениѝиѝе врз основа на крвниѝе групи на родителѝиѝе и ѝрародителѝиѝе да ѝреѝиѝосѝаваѝи која крвна група ја имаѝи и со ѝиѝо се каракѝеризира исѝаѝа.

Крвните групи се наследуваат преку мултипли алели.

Носителот на одредена крвна група во крвта содржи: за А (А-антиген и β-антитело); за В (В-антиген и α-антитело); за АВ (двата антигена А и В) и за О (двете антитела α и β).

Табела 8.3. а. Однос на фенотип и генотип

Фенотип	Генотип	Наследување
А	$I^A I^A$; $I^A i$	Доминантно
В	$I^B I^B$; $I^B i$	Доминантно
АВ	$I^A I^B$	Кодоминантно
О	ii	Рецесивно

Табела 8.3.б. Однос на генотипови и фенотипови на крвните групи кај родителите и потомството.

Ген од еден родител	Ген од друг родител	Генотип	Фенотип (потомство)
I^A	I^A	$I^A I^A$	А
I^A	i	$I^A i$	А
I^B	I^B	$I^B I^B$	В
I^B	i	$I^B i$	В
I^A	I^B	$I^A I^B$	АВ
i	i	ii	О

А и В крвните групи се наследуваат доминантно, О крвната група се наследува рецесивно, додека АВ крвната група се наследуваат кододоминантно.

Трансфузија

Пренесување на крвта од еден организам (дарител) во друг организам (примател-реципиент) се нарекува трансфузија. Присуството на специфичните антигени во мембраната на еритроцитите и на антителата во крвната плазма, ја ограничуваат можноста за трансфузија на крвта меѓу одделните крвни групи. Поточно, ако дојдат во контакт, антигенот-А и антителото- α , настанува реакција на аглутинација на крвта. Ист случај е со антигенот-В и антителото- β .

Врз основа на ова, носителите на О-крвната група, поради присуството на α и β -антителата при трансфузија може да примат крв само од својата крвна група. Од друга страна, тие се „универзални“ дарители на крв бидејќи не содржат А и В антигени. Носителите на АВ крвната група, бидејќи содржат и А и В антигени можат да примаат крв од било која друга крвна група и тие се „универзални“ приматели (реципиенти). Табела 8.4. Иако овие правила се наведени, во денешно време се практикува трансфузијата да се изведува со соодветната крвна група која ја има примателот.

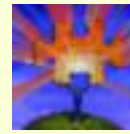
Табела 8.4. Можности за трансфузија на крвта меѓу одделни крвни групи.

Крвна група	Антигени	Антитела	Можност за трансфузија
О	Нема	α и β	Дава на сите групи. Прима само од својата.
А	А	β	Дава на својата и на АВ. Прима од О и од својата.
В	В	α	Дава на својата и на АВ. Прима од О и од својата.
АВ	А и В	Нема	Дава само на својата. Прима од сите.

Rh-систем на крвта

Покрај АВО-системот, во хуманата популација, постојат и други системи за класификација на крвните групи. Еден од нив е Rh-системот, кој се базира врз постоењето на уште еден протеин (*D-антиген*) во мембраната на еритроцитите. За првпат е опишан кај Rhesus мајмунот, од каде е наречен Резус-фактор (Rh-фактор). Него го определува присуството на *D-алелот*, лоциран на првиот хромозом во кариотипот на човекот, одговорен за синтеза на D-антигенот. Луѓето кои имаат D-антиген, се резус позитивни (Rh^+), додека оние кај кои отсуствува D-антигенот, поради мутација на алелот (*d*), ќе бидат резус негативни (Rh^-). Од хума-

Правила на трансфузијата во зависност од крвните групи



Нешто повеќе за АВО-системот. Видот на крвната група зависи од антигенот во мембраната на еритроцитот. Инаку, присуството на антигенот зависи од синтезата на одреден ензим кој овозможува врзување на молекул шеќер со комплексен макромолекул, кој е врзан за мембраната на еритроцитот. Алелите I^A и I^B , кодираат алтернативни форми на ензими, кои потоа врзуваат одреден шеќер за макромолекулата. Доколку е присутен алел кој определува синтеза на ензим за пренос на шеќер кој ќе формира антиген А, се јавува А крвната група. Кога е присутна друга алелна форма на истиот ген се синтезира ензим кој врзува друг вид шеќер, со што се формира крвната група В. Кај О групата, алелните гени синтезираат нефункционален ензим па не се создава антиген.

Во хуманата популација постојат повеќе системи на крвните групи. Кај човекот на вториот хромозом се лоцирани и гените за MN крвниот систем. Крвните групи М и N се однесуваат како А и В крвните групи односно тие се кодминатни, во крвта не се присутни антитела, а односот на генотиповите и фенотиповите е следниот:

Генотип	MM	MN	NN
Фенотип	M	MN	N

АВ - крвната група е универзален дарител, а О - крвната група е универзален примател.

При трансфузија со некомпатибилна крвна група може да настапи аглутинација меѓу антигенот А и антителото- α , и антигенот В со антителото- β .

ната популација 85% се Rh⁺, додека само 15% се Rh⁻.

Rh⁺ фактор се наследува доминантно. Според тоа генските алели за ова својство можат да се јават во хомозиготна (DD), или во хетерозиготна состојба и тогаш се бележат Dd. Rh⁻ фактор се наследува рецесивно, само во случај кога обата алели во парот се во хомозиготна рецесивна состојба (dd). Односот на генотипови и фенотипови за овој крвен фактор е претставен во табелата 8.5.

Во крвната плазма на човекот не се присутни антитела, но тие можат да се создадат кај Rh⁻ единки, ако дојдат во допир со Rh⁺ клетки (на пример при трансфузија или во текот на бременоста кај Rh⁻ мајки).

Објаснувањето на генетичката контрола на Rh факторот е од посебно значење за усогласување на брачните партнери, во однос на овој систем. Имено, ако резус-негативна (Rh⁻) жена е бремена од Rh⁺ маж, голема е веројатноста поради доминантноста во наследувањето, ембрионот да е резус-позитивен (Rh⁺). Меѓутоа при породувањето, може да навлезе поголема количина на D-антигени од ембрионот, во циркулацијата на мајката, што ќе предизвика имунолошка реакција на создавање на d-антитела. Во втората бременост, ако ембрионот е повторно Rh⁺, создадените d-антитела ќе го нападат фетусот предизвикувајќи хемолиза на еритроцитите. Кај најтешките форми доаѓа до еритробластоza на фетусот (Erythroblastosis fetalis) или до негова предвремена смрт, поради оштетување на централниот нервен систем и престанок на срцевата работа (Hydrops fetalis). Затоа, во периодот на првата бременост во телото на резус-негативната мајка се внесува многу мала количина антитела против D-антигените, со што се спречува реакцијата на „отфрлање“ кај мајките, односно доаѓа до некој вид на имунизација (слика 8.6).

МУТАЦИИ КАЈ ЧОВЕКОТ

Мутациите како наследни промени го зафаќаат генетскиот материјал во хуманата популација. Разликуваме:

1. **Нумерички мутации**, изразени преку промена на бројот на хромозомите (зголемување или намалување). Тие може да бидат:

- ♦ *еуїлоидија* (полиплоидија), која подразбира зголемување или намалување на цели хромозомски гарнитуре (геноми) и

- ♦ *анеуїлоидија* (хетероплоидија), промена во бројот на одделни хромозоми во кариотипот, наречени синдроми.

2. **Структурни мутации**, претставени преку промени во

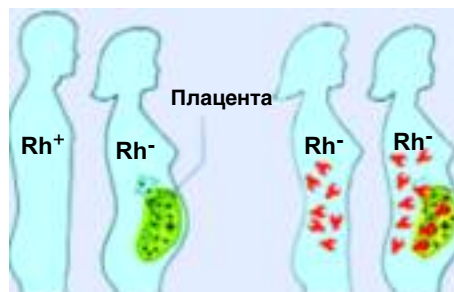
Табела 8.5. Наследување на Rh-факторот

Генотип	DD	Dd	dd
Фенотип	Rh ⁺	Rh ⁺	Rh ⁻

Rh-системот зависи од постоењето на D-антиген во мембраната на еритроцитите. Луѓето кои содржат D-антиген, се Rh⁺, а оние кај кои отсуствува се Rh⁻.

Rh⁺ фактор се наследува доминантно.

Во крвта на човекот не се присутни антитела, но тие можат да се создадат во контакт со Rh⁺ клетки.



Сл. 8.6. Ефект на Rh факторот кај човекот

Мутациите може да се создадат со промени на бројот на хромозомите - нумерички; еуплоидија (на цели хромозомски гарнитуре) или анеуплоидија (на одделни хромозоми).

Мутациите кои се создаваат во структурата на хромозомите се познати како аберации.

структурата на хромозомите и гените, познати под поимот *аберации*. *Хромозомски аберации*, опфаќаат отстапување од нормалната градба на хромозомите и во нив спаѓаат: дупликации, делеции, транслокации и инверзии.

3. **Генски мутации**, кои претставуваат промени во молекуларната структура на гените.

Табела 8.4. Хромозомски мутации

Промени во структурата
Дупликации и делеции—дуплирање, откинување и губење на делови од хромозомот
Транслокации—размена на делови меѓу два хромозоми
Инверзии—промени во распоредот, односно редоследот на гените во рамките на хромозомот
Промени во бројот на хромозомите
Полиплоидија—промени во бројот на хромозомските гарнитуре
Анеуплоидија – (хетероплоидија) промени во бројот на поодделни хромозоми

Родословно стебло

За утврдување на мутациите во хуманата генетика се користат бројни стандардизирани методи. Еден од нив е конструирање на *родословни сџебла* или *дијаграми (карти)* на *ѓенейско сродство*. Со нив се утврдува појава на една иста мутација во повеќе генерации што претставува генетско оптоварување во една фамилија. Со помош на родословното стебло може да се следат наследните промени и траги на наследни аномалии, низ неколку генерации. Шемите за родословните стебла се користат при проучување и анализа на: телесните особини, разните склоности, наследните болести, доминантните и рецесивните особини итн.

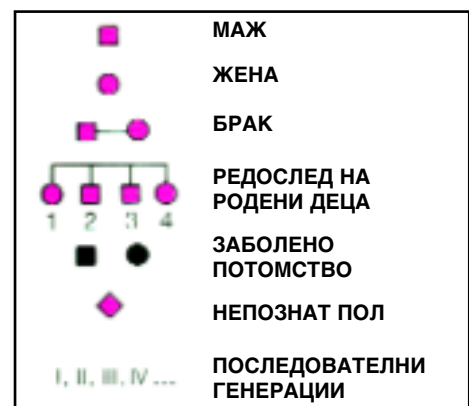
За прикажување на родословното стебло постојат и одредени симболи со кои се означуваат поодделни членови на семејството и нивните роднински односи (слика 8.7). Единката со која отпочнува проучувањето на родословното стебло се нарекува пробанд (*propositus*). Генерациите во хуманата генетика најчесто се означуваат со римски броеви, а членовите во рамки на генерациите со арапски броеви, според редоследот на раѓањето (слика 8.8).

Наследувањето на многу својства како што се боја на кожа, на очи, стас, и многу други, е познато од практичниот живот и без проучување на родословот. Но со негова помош е проучена постојаноста на некои особини кои на

Генските мутации се промени во структурата на гените.

Со родословно стебло се следат наследни промени низ неколку генерации.

Единката со која се започнува родословното стебло се нарекува пробанд.



Сл. 8.7. Некои симболи кои се користат за конструирање на родословен дијаграм.

прв поглед се незабележителни. Со родословните односи, исто така се испитуваат и наследните неправилности и болести како наследна кратковидост, глувост, неразликување на бои (далтонизам), хемофилија, деформација на нозе, зајачка уста, расцепено непце и др.

Влијанието на наследувањето на позитивните карактерни особини (надареност, интелигенција) е многу различен и многукратно поврзан со влијанието на околината. Така, анализите на родословните стебла покажале дека способноста за брзо разбирање, комбинаторика и талентираност, пред сè е генетски предиспонирано. Веројатноста дека талентот за музика или цртање ќе биде поизразен, зависи од тоа дали некој од предците има иста таква особина. Во случај да постојат такви генетски способности, тие не можат во голема мера да се развијат сами од себе. Семејниот живот, училиштето и општеството во целина имаат во тоа пресудна улога.

Хромозомски мутации

Хетероплоидија и синдроми кај човекот

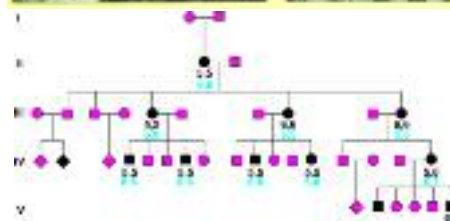
Промените во бројот на хромозомите може да настанат во автозомните или во половите хромозоми, во текот на мејозата или при оплодувањето. Со тоа настануваат наследни промени кои ќе се изразат во фенотипот преку бројни симптоми кои се познати како синдроми. Еве неколку примери за најчестите синдроми кај човекот.

Синдроми поврзани со хетероплоидија на половите хромозоми

Тарнеровиот синдром, е утврден со цитолошка анализа во соматските клетки, преку отсуство на еден X-хромозом ($2n=45, X\phi$). Кариограмот на овие единки претставен е на слика 8.9 а. Се јавува кај женскиот пол. Во поголемиот број клетки отсуствува Баровото тело. Половите жлезди се неразвиени и со самото тоа тие се стерилни. Отсуствуваат пубертетските промени и секундарните полови карактеристики.

Хетероплоидијата на половите хромозоми постои и кај единките од машки пол. Еден од најчестите синдроми е Клинефелтеров синдром, со кариотип ($2n=47, XX\psi$) (слика 8.9 а). Кај нив во јадрата на соматските клетки е присутно Барр-овото тело. Поретки се случаите каде се застапени повеќе X-хромозоми ($2n=48, XXXY, 2n=49, XXXXY$).

Кај овие индивидуи, кои се стерилни, во семениците не



Сл. 8.8. а) Родословно стебло за појава на прекуброен прст (полидактилија). Прекубројните прсти на обете раце се обележени со црна боја, а прекубројните прсти на нозете со сина боја. Полидактилијата е еден од примерите како може да се менува генската експресија, гледано низ повеќе генерации. Доминантниот алел D, контролира колку групи коски ќе се формираат во внатрешните региони на телото. Тој определува кои од нив ќе образуваат прсти, на нозете или рацете.

Синдроми со хетероплоидија на половите хромозоми се: Тарнеров (се јавува кај женски лица) и Клинефелтеров (се јавува кај машки лица).

Тарнер-овиот синдром се карактеризира со отсуство на еден X-хромозом ($2n=45, X\phi$), а Клинефелтеровиот синдром се карактеризира со присуство на еден вишок X-хромозом ($2n=47, XX\psi$).

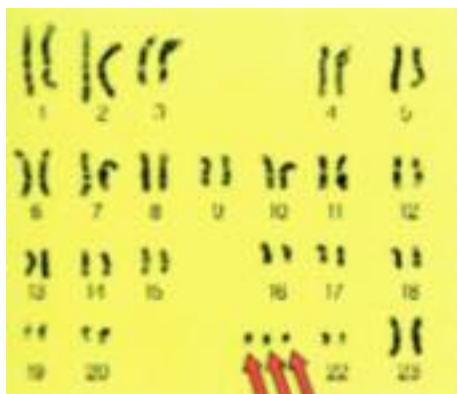
За хетероплоидија на автозомните хромозоми најкарактеристични се трисомиите: Даун-ов ($2n=47, 21+$) Едвардс-ов ($2n=47, 18+$) и Патау-ов ($2n=47, 13+$) синдром.

се одвива сперматогенеза и имаат поизразени женски особини. Присутна е и слаба умствена заостанатост, која се зголемува со присуството на поголемиот број X-хромозоми. Во хуманата популација овој синдром се јавува со честота околу 0.1%.

Синдроми поврзани со хетероплоидија на автозомните хромозоми

Најкарактеристични се трисомиите од типот на Down -овиот ($2n=47, 21^3$), Edwards-овиот ($2n=47, 18^3$) и синдромот Patau ($2n=47, 13^3$).

Down -овиот синдром се карактеризира со вишок на еден хромозом, во 21-пар, (слика 8.9.б). Покрај изразената умствена заостанатост, кај овие единки присутни се и други особини како што се: косо поставени очи, кус врат, го-



Сл. 8.9. б. Кариограм за лица со Down-ов синдром (трисомија на 21-от пар на хромозоми $2n=47$).

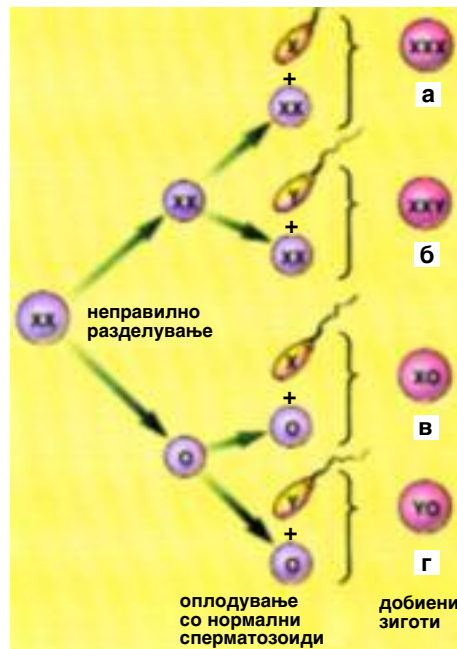
лем јазик, ниско поставени уши, куси раце, нарушувања во функциите на внатрешните органи и др.

Генски мутации

Автозомно рецесивно наследување

Генските мутации претставуваат промени во примарната структура на генот. Тоа се најчесто промени на молекуларно ниво изразени со промена на редоследот на нуклеотидите, во молекулот на DNA. Некогаш мутациите во гените доведуваат до појава на еден рецесивен алел во парот. Обично се јавуваат во автозомните хромозоми и се карактеризираат со следното:

- ◆ Обата пола можат да носат по еден рецесивен алел во



Сл. 8.9.а. Хромозомски аберации на половите хромозоми: а. Суперженски синдром; б. КLINEFELTER-ов синдром; в. TAYNOR-ов синдром; г. Непреживеани единки.

еден од автозомните хромозоми;

- ◆ Кај хетерозиготите не се изразуваат во фенотипот;
- ◆ Кога обата родитела се хетерозиготи, постои веројатност 50% од потомството да биде исто така хетерозиготно, 25% да е хомозиготно рецесивно и 25% е веројатноста потомството да не е заболено (да е здраво).

- ◆ Во случај обата родители да се рецесивни хомозиготи, тогаш целото потомство е погодено од болеста. Пример за ваква генска мутација која рецесивно се наследува е српестата анемија.

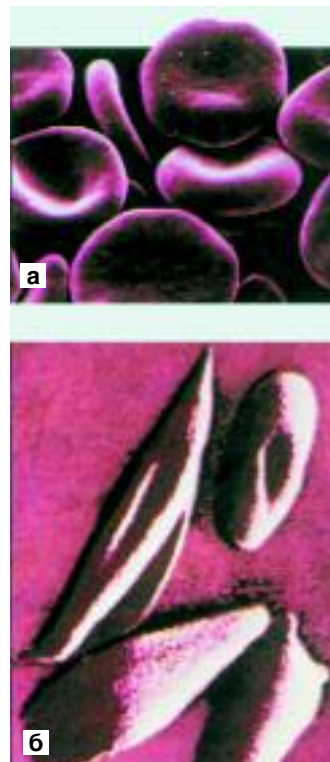
Српеста анемија се карактеризира со дефектен хемоглобин со српеста асиметрична форма, познат како српест хемоглобин-S, кој има неправилна форма и намален афинитет за врзување на кислород (слика 8.10.). Тоа е причина ваквите еритроцити тешко да минуваат низ крвните капилари и често да заглавуваат во нив формирајќи чепови. Со тоа се спречува протокот на крвта во ткивата, кои во услови на дефицит на храна, кислород и натрупани метаболити тешко се оштетуваат. Кај хетерозиготите сеуште има еден функционален алел и затоа кај нив симптомите на српеста анемија се послабо изразени. Рецесивните хомозиготи содржат 75% S-хемоглобин од вкупното количество во крвта и затоа завршуваат летално, во рана возраст.

Рецесивно наследување врзано за половите хромозоми

Различната хромозомска конституција кај мажите (46XY) и жените (46XX) влијае на специфичното изразување на мутациите врзани за X-хромозомот, кое се јавува и кај двата пола. На X-хромозомот се наоѓаат околу 170 структурни гени за наследување. Кај жената се застапени во пар, а кај мажот, поради покусиот p-крак на Y-хромозомот се поединечни. Како резултат на ова некои од гените кај жената можат да се јават во хомозиготна (XX, X1X1) или хетерозиготна состојба (XX1), а кај мажите само во хемизиготна (XY, X1Y). Затоа, секоја мутација врзана за X хромозомот, фенотипски се изразува кај мажите, додека кај жените состојбата е посложена затоа што еден од половите хромозоми, како што напоменавме претходно е неактивен. Според тоа, ако мутираниот алел се наоѓа на неактивниот хромозом, мутацијата нема да се изрази.

Денес се познати голем број на заболувања кои се последица на рецесивна мутација на X-хромозом. Такви се наследната неспособност за коагулација на крвта (хемофилијата), слепило за боите (далтонизам), слабеење на мускулите (дистрофија) и др.

Хемофилијата е најкарактеристична генска мутација,



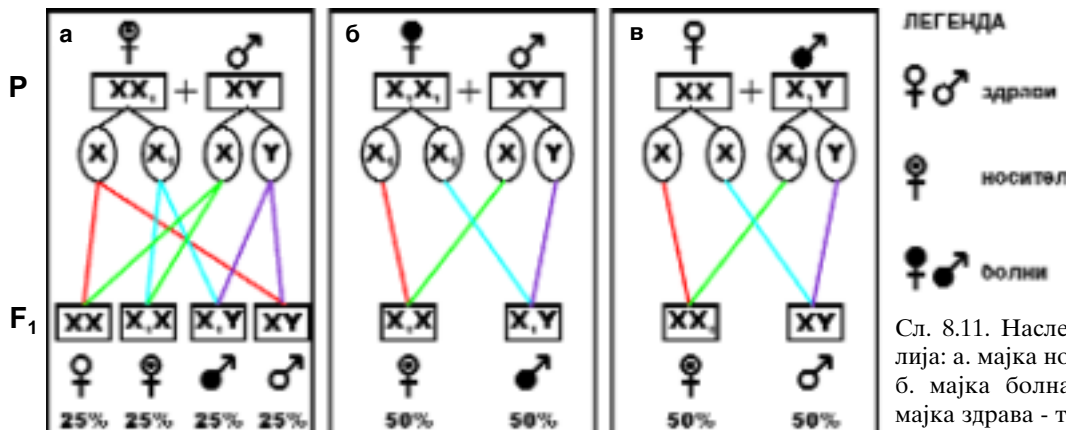
Сл. 8.10. Еритроцити со: а. нормален; б. српест хемоглобин

Генските мутации се промени во примарната структура на генот, односно промени на молекуларно ниво, во кое се менува редоследот на нуклеотидите во молекулот на DNA.

Генските мутации се јавуваат на автозомните хромозоми и во хетерозиготна состојба, не се изразуваат во фенотип.

Генска мутација со рецесивно наследување на автозомните хромозоми е српестата анемија (дефектен хемоглобин со српеста форма).

Секоја мутација врзана за еден од половите хромозоми (X-хромозом), фенотипски се изразува кај машките индивидуи.

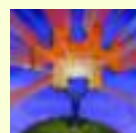


врсана за половите хромозоми. Генот одговорен за синтеза на антихемофилниот фактор (АНФ)-ензим во коагулација на крвта, се наоѓа во X-хромозомот. Тој ген може да биде дефектен (X1-мутиран) и се наследува рецесивно. Според тоа, дефектниот ген ќе се изрази онаму каде во телесните клетки отсуствува неговиот здрав доминантен пар. Тоа може да се оствари само во интеракција со Y-хромозомот, кај машките поколенија (X1Y) или директно кај женското потомство, кое за таа особина содржи два дефектни (рецесивни) алели (X1X1), во хомозиготна состојба. Воедно тие индивидуи се заболени од хемофилија. Жените хетерозиготи (XX1) за ова својство се здрави, но се преносители на болеста, на своето машко потомство (слика 8.11). Кај хемофиличарите, по повреда на крвен сад, отсуствува или е намалена способноста за коагулација на крвта. Кај нив крвавењето не може да се прекине ниту за 15 минути, а некогаш и за два часа.

Далтонизам е наследна болест (слепило за бои), предизвикана од рецесивна мутација на ген во X-хромозомот. Во нормални случаи, боите се формираат во комбинација од три основни бои: сина, црвена и зелена, додека далтонистите не ја разликуваат црвената и зелената боја. Оваа мутација доаѓа до израз само кога генот ќе се најде во хемизиготна (YX1), кај машкото потомство или во хомозиготна рецесивна состојба кај женскиот пол (X1X1). Поради отсуството на комплементарен ген за оваа особина во Y-хромозомот, далтонизмот е почест кај мажите (8%) отколку кај жените (0.5%), кај кои постои можност за хетерозиготност (XX1). Во овој случај жените се носители на болеста и својот дефектен ген го предаваат на своето потомство од кое само машкото е заболено.

Болести од наследување на генска мутација на половите хромозоми се: хемофилија и далтонизам.

Хемофилијата и далтонизмот се присутни кај машкиот пол, поради отсуство на комплементарен ген во Y-хромозомот за синтеза на АНФ и протеини за препознавање на боите.



Сите абнормалности кои може да се појават кај идните генерации не мора да бидат наследни. При тоа треба да се разликуваат вродени грешки (конгенитални) од наследни (херeditарни). На пример, дете родено од мајка која за време на бременост прележала мала сипаница (Rubeolla) може да има срцева грешка (аномалија). На ембрионот (плодот) може да дејствуваат и некои лекови, алкохол, и дрога. Аномалиите кои при тоа настануваат се вродени, но не се наследни. Тие материи едноставно преку крвотокот на мајката, доаѓаат како отрови во телото на плодот и предизвикуваат модификација на некои органи.

ГЕНЕТСКИ ИНЖЕНЕРИНГ

Генетското инженерство е продолжение на практичната примена на молекуларната генетика, при што станува збор за голем број технологии за измена на генетичкиот материјал (DNA-код). Од седумдесеттите години на XX век, генетското инженерство неспорно зазема мошне важно место во рамките на применетата генетика.

Манипулација со гени

На почетокот на 1970 година, во лабораториски постапки започна ерата на манипулација со гените на молекуларно ниво. Притоа одделни генски секвенции се пренесувани во истиот или во друг организам. Манипулацијата со гените има различна цел:

- во хуманата популација во својство на терапија да врши корекција на наследните генски „дефекти“;
- да ги зголеми ефектите на природните особини (на пример да го зголеми растењето кај растенијата);
- да ја зголеми отпорноста на болести и оштетување (на пример од мраз и суша кај растенијата);
- да конструира организми кои синтетизираат материи кои не се својствени за нив (на пример синтеза на хуман инсулин или фактори на коагулација од страна на бактеријски клетки);
- да се изврши промена во генотипот кој ќе овозможи добивање на нови особини (на пример, способност зрелиот домати да не се згмечува, кое се овозможува со изолирање на еден ген, негова ротација и повторно враќање назад).

Рекомбинирање на DNA

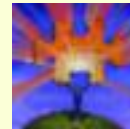
Термините „рекомбинантна DNA технологија“, „DNA клонирање“, „молекуларно клонирање“ или „клонирање на гени“ се однесуваат на исти процеси: трансфер на DNA фрагменти од еден организам во саморепродуцирачки елементи, како што се бактеријските плазмиди. Во наредниот текст малку повеќе за ова.

Да претпоставиме дека еден интересен ген е одговорен за произведување на некоја мошне потребна и корисна материја. Меѓутоа, материјата која ја произведува генот во геномот на домаќинот (организам), се продуцира во многу мала количина или е недостапна за искористување. Постои можност тој ген да се изолира и пренесе во друг домаќин, на пример, некоја бактерија, која може да ја произведе таа материја во големи количини и да ја направи достапна.

Генетското инженерство подразбира голем број технологии за измена на генетичкиот материјал.

Манипулацијата со гените има за цел: корекција на дефектни гени или подобрување и менување на особините за потребите на човекот.

Рекомбинирање или клонирање на гени е процес на пренесување на фрагменти од еден во друг организам.



Плазмидите претставуваат честици со молекуларна големина, пронајдени во поново време во цитоплазмата на многу организми: бактерии, растенија и животни (сл. 8.12). Станува збор за релативно кратки, големи молекули на DNA или RNA. Претставуваат мали низови на гени и припаѓаат на геномот на клетката во која се наоѓаат. Според досегашното искуство, плазмидите содржат од 2 до 300 гена, хромозомот на една бактерија може да содржи и до 10 000 гена, додека некој сложен организам и до стотина илјади. За плазмидите може да се каже дека се слични на вирусите, но се поедноставни од нив. Бидејќи може да се размножуваат можеби се наједноставни биолошки ентитети (единки).

Првиот чекор во оваа работа е создавање на рекомбинирана (хибридна) молекула на DNA. За таа цел:

- се изолира ген, со помош на т.н. генска „ножица“ (ензим-рестриktivна ендонуклеаза). Со тоа се издвојува саканиот DNA-фрагмент, со бараниот ген од дарителот;

- се поврзува DNA-фрагментот за пренесувач-векторска молекула од DNA-плазмид, или бактериофаг (слика 8.12). Со тоа се формира хибридна DNA или DNA-химера. Векторските молекули, овозможуваат преку посебна техника на трансформација, вметнување на **DNA-химерата** во бактериската клетка (слика 8.13).

Бидејќи овој хибриден молекул има исто така својство за репликација, може заедно со репродукцијата на бактериската клетка да се размножи во големи количини. Клетката на домаќинот, има способност да ги синтезира специфичните продукти за кои носи генетска информација (слика 8.13). Создавањето на хибридни молекули на DNA е основна постапка во генетското инженерство.

Овој модел на хибридизација е применет најпрво за произведување на хормонот инсулин (хумулин), а подоцна и за добивање на интерферон, соматостатин и некои други. Како домаќини за трансфер на туѓите гени во овие постапки се користат бактериски клетки од сојот на *Escherichia coli* (непатоген сој), или еукариотските клетки од квасната габа *Saccharomyces cerevisiae*. Еукариотските клетки се покажале како попрактични и економски посплатливи, затоа што тие имаат способност, новосинтезираните материји да ги продуцираат екстрацелуларно.

Како што се гледа од наведениот пример, при оваа постапка настануваат сосема нов тип на организми. Оттука произлегуваат дилемите околу развојот на овој дел од генетиката, кој се однесува токму на опасност од создавање на нови, невообичаени облици на микроорганизми, и можноста за злоупотреба на оваа технологија кај човекот.

Да спомнеме и тоа дека со вакви постапки може не само да се промени составот на геномот, туку со вградување на хибридните молекули во хромозомите може да се изменат или коригираат и поодделни гени.

Репродуктивно клонирање

Овој тип на технологија има за цел добивање на животни кои имаат иста DNA како друг организам. Еден пример за репродуктивно клонирање, изведено 1996 година е овцата Доли. Технологијата е наречена „трансфер на јадро од соматски клетки“. Се состои во пренесување на диплоидното јадро од соматските епидермални клетки на овца-донор во јајце клетка, чие јадро е отстрането. Реконструи-



Сл. 8.12. Плазмиди - снимка на електронски микроскоп.



Сл. 8.13. Шема за рекомбинирање и клонирање на DNA.

раната клетка после неколку делби формира повеќејадрен ембрион кој се внесува во матката за натамошен развиток на ембрионот сè до раѓањето.

Доли како и секој друг организам креиран преку трансфер технологија на јадра не е идентичен клон на донорот. Дел од клонираниот генетички материјал потекнува од митохондријалната DNA во безјадрената јајце клетка. Се верува дека добиените мутации на митохондријалната DNA имаат значајна улога во процесот. Меѓутоа успехот со Доли е исклучителен бидејќи покажа дека генетичкиот материјал од соматски специјализирани клетки, како што се клетките од вимето на овците можат да се репрограмираат и да генерираат нов организам. Со ова се поби верувањето на научниците, дека една диференцирана клетка на црниот дроб, епителот, мускулите и слично е трајно диференцирана, без можност за репрограмирање и менување.

Клонирање во терапевски цели

Овој тип клонирање, познат и како „клонирање на ембрион“, се состои во клонирање на ембриони за истражувачки цели. Намерата на оваа технологија не е клонирање на човек, туку добивање на клетки кои ќе се користат за проучување на развитокот и болестите кај човекот. Овие клетки се изолираат од оплодена јајце клетка по петтиот ден од развитокот (бластоциста). Многу научници се надеваат дека еден ден овие клетки ќе можат да се користат за замена на клетки на заболени органи од срцеви болести, рак и други заболувања.

Неодамна (2001 година) клониран е првиот хуман ембрион во терапевски цели. Земени се јајце клетки, од кои е изолирано јадрото. Во нив е вметнато диплоидно јадро од епителни клетки. По определена хемиска стимулација (со јономицин), јајце клетките почнале да се делат. Резултатите на ова истражување се со ограничен успех, бидејќи од сите клетки само една успеала да се подели на шест клетки, по што делбата и на таа клетка престанала.

Научниците веруваат дека еден ден клонирањето во терапевски цели ќе може да се користи за добивање на ткива и органи за трансплантација. За таа цел ќе се изолира DNA од луѓе кои ќе имаат потреба. Од клонираните клетки ќе се поттикне формирање на орган или ткиво, генетички идентично на донорот. Теоретски, при трансплантација на клонираниот орган би немало ризик од отфрлање.

Многу оспорувања треба да се надминат пред клонирањето на органите за трансплантација кај човекот, да станат реалност. Потребни се многубројни истражувања за да се успее во тоа. Охрабрувачки податок е дека 2002 година

При пренесување на текот се конструира DNA - химера (фрагментор DNA и векторски молекул - плазмид или бактериофаг) за трансфер во друг организам. При тоа се користат повеќе различни ензими.

Преку клонирање на гени добиени се многу значајни хормони за човекот: инсулин, интерферон, соматостатин и други материи. Со клонирање на DNA може да се изменат или коригираат одделни гени.

Со репродуктивно клонирање се добиваат единки со иста DNA (трансфер технологија на јадра).



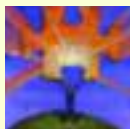
Овцата Доли

Клонирање во терапевтски цели се состои во клонирање на ембрион за истражувачки цели (проучување на развитокот на болеста).

првиот трансплантиран бубрег, добиен преку клонирање успешно, е пресаден кај крава. Меѓутоа, во овој случај бидејќи малку се знаело за клонирањето кај овие животни, истражувачите дозволиле клонираниот ембрион да премине во фетус. Потоа го изолирале феталното ткиво и го пресадило во донорот. Во трите месеци набљудување не е забележана имунолошка реакција кај реципиентот.

Со развојот на генетското инженерство се појавиле и извесни забелешки, сомнежи и прашања дали со промените во гените може да се нарушат некои еколошки, етички или морални законитости во биолошкиот развој. Сепак, насоките во научниот напредок овозможуваат молекуларната генетика и генетското инженерство да го задржат своето врвно место во истражувањата од оваа област.

Во перспектива се очекува преку клонирање на ембриони да се добиваат ткива и органи за трансплантација.



ЗА ОНИЕ КОИ САКААТ ДА ЗНААТ ПОВЕЌЕ

браќ со единки од блиско сродство (инцест, консангинитет). При оплеменување на животински видови, со такво спарување може да се подобрат некои својства, но може често да се изразат и неповолните рецесивни гени. Тоа исто значи и за човекот особено ако во семејството постои некоја рецесивно наследна болест.

Се смета дека 30 годишен човек (во својата најдобра расплодна способност) апсорбираната доза од околу 0.03Gy (греи) од природната радијација. Таа радијација предизвикува 1-2% мутации кои се јавуваат кај човекот. За да се удвои

појавата на мутации, човекот би требало да прими $0.2\text{--}0.8\text{ Gy}$. Бидејќи природната радијација не се зголемува, спомнатото зголемено зрачење може да биде само последица на вештачка радијација (рентген, реактори, атомски експлозии, радиоактивни изотопи). Од таков вид на зрачење треба особено да се заштитуваме или да го избегнуваме бидејќи таа доза на радијација не мора да дејствува на озрачената личност, но преку гаметите ако тие се оштетат може да дејствува на потомството. Индивидуалното заболување се забележува ако апсорбираната доза е повеќе од 1Gy . Човек кој одеднаш или со прекини е озрачен по целото тело со повеќе од 4.5Gy нема изгледи да преживее.

Кратка содржина на темата

1. Со развојот на хуманата генетика и сознанијата за општите закони на наследувањето, денес се разјаснети многу појави за наследување на особините. Наследните особини се проучуваат преку цитогенетски истражувања, родословно стебло и др.

2. Човекот има диплоиден број ($2n=46$) хромозоми, кај женскиот пол $44+X+X$, а кај мажите $44+X+Y$. Хромозомите се органели на јадрото кои содржат наследен материјал. Бројот на хромозомите, нивната големина и форма се константни и карактеристични за секој вид. Кај човекот од 23 пара на хромозоми 22 пара се автозомни хромозоми, а еден пар се полови хромозоми. Половите хромозоми кај женските единки се хомологни (XX), а кај машките нехомологни (XY). Во една соматска клетка, збирот на сите хромозоми во јадрото го претставува кариотип. Кај жената кариотипот се бележи со $44+XX$, додека кај мажот,

$44+XY$. Кај човекот постојат 3 типа хромозоми: метацентрични, субметацентрични и акроцентрични. Шематски претставување и систематизација на хромозомите по големина и форма, се означува како кариограм. Во кариограмот, автозомните хромозоми (22 пара односно 44) кај човекот, според големината и морфологијата се поделени во 7 групи, додека двата полови хромозоми се прикажуваат посебно.

3. Во диплоидните клетки кај женските единки еден од двата полови хромозоми е неактивен и се нарекува Вагџово тело. Кај машките, не постои Вагџово тело.

4. Кај жените во оогенезата се продуцира еден тип јајце клетки (содржат по еден X хромозом), додека кај мажите во сперматогенезата се формираат два типа сперматозоиди, (едниот со X , а другиот со Y хромозом). При оплодување ако сперматозоидот носи X хромозом, потомството ќе биде од женски пол, а ако

сперматозоидот носи Y-хромозом, потомството ќе биде од машки пол.

5. Наследувањето на крвните групи настанува преку мултипли алели. Крвните групи зависат од 3 алелни гена одговорни за синтеза на специфични протеини (антигени А и В) во мембраната на еритроцитите. А и В крвните групи се наследуваат доминантно, О крвната група се наследува рецесивно, додека АВ крвната група се наследува кодоминантно. Во хуманата популација е присутен и Rh-крвен систем, кој зависи од присуството D-антиген во мембраната на еритроцитите. Rh⁺ фактор се наследува доминантно.

6. Мутациите го зафаќаат генетичкиот материјал. Постојат, нумерички, структурни и генски мутации. За утврдување на мутациите, во хуманата генетика се користи дијаграм на генетско сродство или родословно стебло. Шемите за родословните стебла се користат при проучување и анализа на пример на телесните особини, разни склоности, наследни болести, доминантни и рецесивни особини итн. Промените во бројот на хромозомите можат да настанат во автозомните или во половите хромозоми. Најчести синдроми кај човекот се: Tar ner - се јавува кај женски лица и Kli ne fei - се јавува кај машки лица. Tar ner овиот синдром се карактеризира со отсуство на еден X-хромозом (2n=45, X0), а Kli ne fei синдром се карактеризира со присуство на еден вишок X-хромозом (2n=47, XX). Синдроми сврзани со хетероплоидија на автозомните хромозоми се Down-овиот, Edvard-овиот и Pa tar-овиот синдром. Генските мутации претставуваат промени во примарната структура на генот. Генска мутација на автозомните хромозоми која рецесивно се наследува е српестата анемија. Хемофилијата и далтонизмот се карактеристични генски мутации, врзани за половите хромозоми.

7. Со методите во генетското инженерство се овозможува вештачка изработка, преработка и пренесу-

вање на гените. Со одредени зафати во молекуларната градба на DNA (рекомбинирање) може да се постигне однапред смислена промена и пренос на гените. Создавањето на хибридни молекули на DNA е основна постапка во генетското инженерство. Со технологија на рекомбинирање може да се промени составот на геномот и да се променат или коригираат поодделни гени. Другата фаза од генетската технологија е клонирање на гени кое претставува нивно размножување во клетките од други микроорганизми по пат на пренесување со разни посредници. Примената на клонирањето е голема во производството на хормони.

8. Генетското инженерство претставува примена на молекуларната генетика. Тоа опфаќа голем број технологии за промена на генетичкиот материјал, односно манипулација со гените на молекуларно ниво. Освен рекомбинантната DNA технологија репродуктивното клонирање има за цел добивање на животни кои имаат иста DNA како друг организам. Клонирање во тераписки цели се состои во клонирање на ембриони за истражувачка цел. Со оваа технологија се добиваат клетки кои се користат за проучување на развитокот и болестите кај човекот. Се смета дека клонирањето во тераписките цели во иднина ќе може да се користи за добивање на ткива и органи за трансплантација. Развојот на генетското инженерство, а со тоа и промените во гените, поттична и појава на сомнежи и прашања во врска со нарушувањето на некои еколошки, етички или морални законитости во биолошкиот развој. И покрај тоа, со научниот напредок се овозможи молекуларната генетика и генетското инженерство да го задржат примарното место во овие истражувања.

Проверете го вашето знаење

1. Наведете го бројот и видовите на хромозо-

мите кај човекот?

2. Која е разликата меѓу половите хромозоми кај машка и женска единка?

3. Што е Ваг-ово тело и за што може да се користи?

4. Што се мултипли алели и каде се јавуваат во наследувањето?

5. Објаснете го наследувањето на крвните групи.

6. Што е родословно стебло?

7. Што се хромозомски мутации, и објаснете какви можат да бидат?

8. Наведете некои заболувања за рецесивно наследување на половите и автозомните хромозоми.

9. Како се наследува хемофилијата и зошто е поприсутна во машката популација?

10. Што се подразбира под генетско инженерство?

11. Како се добива рекомбинантна DNA?

12. Наведете и објаснете некоја автозомна генска мутација.

13. Во кои организми се одвива клонирањето на рекомбинантна DNA?

14. Од што зависи дали потомството ќе има машки или женски пол?

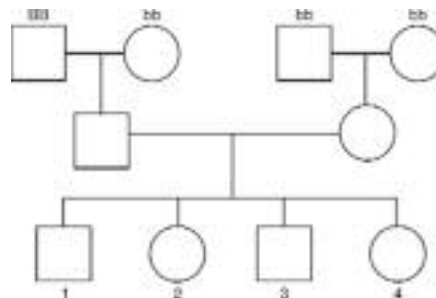
15. Која е примената на генетското инженерство?

Задачи

1. Едниот родител има О крвна група, а другиот АВ крвна група и е болен од хемофилија. Колкава е веројатноста женските деца да имаат В крвна група и да се болни од хемофилија?
2. Во семејство на здрави родители синот е далтонист со Клинефелтеров синдром. Утврдете кај кој од родителите не дошло до одделување на половите хромозоми во текот на гаметогенезата?
3. Таткото е болен од хемофилија, а мајката е носител на мутиран ген. Какво потомство може да се очекува од овој родителски пар?

4. Во семејството каде таткото е носител на А крвна група, а мајката В крвна група, едно од децата има АВ а другото О крвна група. Каков е генотипот на родителите?

5. Бојата на очите се наследува според Менделовите правила за монохбридно доминантно наследување. Притоа темната боја на очите е доминантна во однос на светлата боја. Проследете ја бојата на очите кај сите единки во приложеното родословно стебло.



1. Како уште се нарекува шематското претставување на хромозомите, кое го претставува: бројот, големината и типот на хромозо-



КВИЗ

мите?

- а. кариограм
 - б. кариотип
 - в. идиограм
 - г. хистограм
 - д. родословно стебло
2. Кои фенотипови на крвни групи не се исклучени во потомството, кај родители со фенотип О и АВ?
 - а. А и В
 - б. О и АВ
 - в. О, В и АВ
 - г. О, А и В
 - д. О, А и АВ
 3. Каков генотип може да имаат родителите, кај носители на крвните групи АВ и А?
 - а. IA/IB x IA/IO
 - б. IA/IA x IA/IA
 - в. IA/IB x IA/B
 - г. IA/IB x IA/IA
 - д. i/IA x IA/i
 4. Врз основа на што се определуваат крвните групи според АВО-системот?
 - а. четири генски алели
 - б. два генски алели
 - в. еден пар генски алели
 - г. антигени во еритроцитите
 - д. антитела во крвната плазма
 5. Кој од наведените генотипови се наследува хомозиготно рецесивно?
 - а. IA IB
 - б. IA i
 - в. i i
 - г. iB i
 - д. IAIV

6. X-хромозомот според положбата на центромерот спаѓаат во групата на:

- а. метацентричен хромозом
- б. телоцентричен хромозом
- в. полови-секс хромозоми
- г. акроцентричен хромозом
- д. субметацентричен хромозом

7. Која од наведените наследни болести е полово врзана болест?

- а. синдактилија
- б. српеста анемија
- в. полидактилија
- г. далтонизам
- д. боја на очи

8. Кај носителите на Turner-ов синдром што може да се утврди од цитолошката анализа?

- а. отсуство на Ваг-ово тело
- б. присуство на едно Ваг-ово тело
- в. присуство на две Ваг-ови тела
- г. присуство на повеќе од едно Ваг-ово тело

9. Постапка за добивање на организми со генетски идентична конституција е наречена:

- а. клонирање
- б. генетско инженерство
- в. апомиксис
- г. партеногенеза
- д. адаптивна радијација

10. Збирот на сите хромозоми во еден организам е наречен:

- а. фенотип
- б. геном
- в. кариотип
- г. генотип
- д. кариограм

Зголемената опасност од штетни рецесивни особини може да се појави заради стапување во

Речник на поими

- А**
- Авитаминоза:** комплетно отсуство на витамини.
- Автономен нервен систем:** (вегетативен) дел од нервниот систем кој ги регулира неволевите реакции на внатрешните органи преку симпатичен и парасимпатичен дел.
- Автозомни хромозоми:** сите хромозоми кои се исти по број и вид кај машките и женските единки (22 пара).
- Адренален кортекс:** надворешна обвивка на адреналната жлезда која продуцира гликокортикоиди, минералокортикоиди и мала количина на полови хормони.
- Адреналин:** хормон кој се излучува од срцевината на надбубрежните жлезди и од краевите на симпатичките нервни завршетоци. Главни ефекти се зголемување на концентрацијата на гликоза во крвта и зголемување на работата на срцето. Има голем број други ефекти во организмот (најкарактеристичен стресоген хормон).
- Адренална медула:** внатрешен регион од адреналната жлезда која секретира катехоламини (адреналин и норадреналин).
- Аглутинација:** имунолошка реакција на слепување на антигените со антителата во големи агрегати.
- AIDS (acquired immune deficiency syndrome):** Збир од хронични заболувања (ослабување на имуниот систем со што тој станува лесно подложлив на инфекции) предизвикани од ХИВ (human immune-deficiency virus) вирусот.
- Аксис:** втор 'рбетен прешлен (завртувач на главата).
- Аксон:** долг продолжеток на нервната клетка.
- Активен транспорт:** движење на солубилните супстанции низ мембраната спротивно од концентрацискиот градиент. Овој процес бара енергија и најчесто некој вид на протеински носач.
- Актин:** вид на контрактилен глобуларен протеин, учествува во контракцијата на мускулите. Во склоп на мускулната клетка има изглед на тенки филаменти.
- Акционен потенцијал:** промена во разликата на потенцијалите на мембраната на неуронот кој настанува за време на деполаризација.
- Алвеола:** структурна единица на белите дробови каде се одвива размена на гасовите, изградена од многу тенки ѕидови, добро снабдени со крвни садови.
- Алдостерон:** хормон кој се излучува од кората на надбубрежните жлезди и го регулира минералниот метаболизам, главен минералокортикоид.
- Алели:** една од двете или повеќе алтернативни форми на генот за одреден генски локус.
- Алергија:** секундарен имун одговор како резултат на одредена алергогена супстанца.
- Амнионска течност:** течност што го опкружува ембрионот кај копнените 'рбетници кој го заштитува од повреди.
- Амплификација:** засилување на одреден нервен импулс.
- Анаболизам:** метаболички процес на синтеза на сложени соединенија од попусти за што е потребна енергија.
- Анафаза:** фаза од митозата кога сестринските хроматиди се издвојуваат и се движат кон спротивните полови на делбеното вретено.
- Андрогени хормони:** машки полови хормони (тестостерон) кои имаат улога во создавањето на сперматозоидите, развиток на гениталиите и секундарните полови карактеристики.
- Анемија:** состојба на намалување на бројот на еритроцитите и/или количината на хемоглобинот во крвта која се јавува како последица на обилно крварење, или прележана маларија, оштетување на црниот дроб и слезената од акумулација на тешки метали, дефицит на витаминот B₁₂ и др.
- Анеуплоидија:** или хетероплоидија, промена во бројот на одделни хромозоми во кариотипот.
- Антагонизам:** вршење на спротивни дејства
- Антиген:** различни хемиски соединенија, клетки, токсини и др., кои внесени во организмот поттикнуваат на имунолошки одговор и создавање на анти тела.
- Антидиуретичен хормон (ADH или вазопресин),** се создава во хипоталамусот се складира во неврохипофизата, врши реапсорпција на вода од бубрежните тубули.
- Антитело:** глобуларни протеини, познати како имуноглобулини, кои се синтетизираат од страна на плазма клетките. На површината од молекулот имаат специфични региони преку кои ги препознаваат специфичните антигени, се поврзуваат со нив и на различен начин ги инактивираат.
- Аорта:** главна артерија од телесната циркулација, носи оксидирана крв од срцето до сите органи, освен белите дробови.
- Артерии:** крвни садови со голем дијаметар, се разгрануваат на помали крвни садови (артериоли).
- Артериоли:** мали крвни садови кои се разгрануваат од артериите.
- Атлас:** првиот 'рбетен прешлен.
- Атом:** најмала единица на материјата.
- Атрија:** предкомора на срцето.
- Ацетил холин:** најопшт неуротрансмитер во организмот. Се секретира во синапсите и на крајот од парасимпатичките нервни завршетоци.
- Ацинус:** клетки од панкреасот кои лачат панкреасен сок односно дигестивни ензими.
- Б**
- Бактериофаги:** вируси кои паразитираат на бактерии.
- Барово (Yag-ово) тело:** неактивен X хромозом од парот на полови хромозоми, уште се нарекува и X-хроматин. Нормални женски особи имаат едно Барово тело, а здрави машки особи немаат Барово тело.

Бела маса: главно аксони, кои имаат миелинска обвивка со бела боја.

Белодробна циркулација: мал крвоток. Го опфаќа патот на движење на редуцираната и оксидираната крв од срцето до белите дробови.

Бери-бери: недостаток на витамин В, што се манифестира со атрофија на скелетната мускулатура и срцевиот мускул.

Бивалент: структура која се создава при мејотичката делба, а се состои од 2 хромозома односно 4 хроматиди споени меѓусебно.

Билирубин и биливердин: жолчни бои, разградни продукти на хемоглобинот.

Биосинтетички патишта: метаболички патишта при кои малите молекули се организираат во поголеми молекули.

Бовманова (Bowman-ова) капсула: составен дел на бубрежното Малпигиевото телце, обвивка околу гломерулот.

Болус: залак од храна во усната празнина

Бронхија: спроводен елемент од системот за дишење, продолжеток на душникот во двете белодробни крила по една. Секоја од нив се разгранува на помали бронхиоли.

В

Вагус: (скитник) најголем и најдолг нерв од парасимпатичкиот нервен ситем.

Вазопресин: види АДН.

Вена: крвен сад кој ја враќа редуцираната крв во срцето, со исклучок на белодробните вени кои носат оксидирана крв од белите дробови.

Вентрикули: срцеви предкомори

Вирус: безклеточен инфективен агенс, изграден е од DNA или RNA опкружен со протеини. Може да се реплицира само кога неговиот генетски материјал ќе дојде во клетката домаќин.

Висцерални мускули: мазни мускули од кои се изградени сидовите на внатрешните органи: крвните садови, жолчните канали, желудникот, цревата, јајцеводите, семеvodите, мочниот меур, а се наоѓаат и во кожата.

Витален или белодробен капацитет: максималното количество на воздух кое може да се издише од белите дробови, после една длабока инспирација.

Витамици: супстанции кои се потребни за нормалниот клеточен метаболизам. Кај човекот не може да се синтетизираат во организмот и неопходно е да се внесуваат со храната.

Воспалителна (инфламаторна) реакција: специфичен или насепцифичен имун одговор, серија од реакции кои ги уништуваат страните агенци.

Г

Гамети: зрели хаплоидни клетки (сперматозоиди или јајце клетки).

Гаметогенеза: создавање на полови клетки во половите жлезди.

Гастрин: хормон кој ја поттикнува секрецијата на HCl во желудникот.

Ген: линеарна секвенца од нуклеотиди во молекулата на DNA која носи информација за одредена особина.

Генетски инженеринг: промена на генетичка информација во DNA преку користење на рекомбинантна DNA технологија.

Геном: комплетен сет од различни гени во хаплоидната гарнитура од еден организам.

Генотип: збир на сите гени во еден организам.

Генски локус: локација на генот во одреден хромозом.

Генски мутации: промени во примарната структура на генот. Тоа се најчесто промени на молекуларно ниво при кои настанува промена на редоследот на нуклеотидите во молекулот на DNA.

Генски пар: двата алела за одреден генски локус од хомологните хромозоми во диплоидните клетки.

Гласни жици (vocal cords): парни набори кои ги образува слузокожата на гркланот. Во нив се создава гласот преку вибрации на гласните жици.

Глицерол: трихидроксилен алкохол, во комбинација со масни киселини формира маст или масло.

Гликемија: концентрација на глукоза во крвта.

Гликоген: главен резервен полисахарид во клетките на црниот дроб и мускулите.

Гликолиза: низа на ензимски реакции кои доведуваат до разградување на глукозата.

Глукагон: хормон кој се секретира од алфа клетките на панкреасот, има хипергликемичен ефект.

Глукозурија (гликозурија): појава на глукоза во урината.

Голем мозок (telencephalon) еден од черепните мозоци.

Гонади: примарни репродуктивни органи каде се продуцираат гаметите.

Градна празнина (torax) една од телесните празнини.

Графов фоликул: последна фаза од развитокот на јајце клетката, пред да настане овулација.

Грклан (larynx) горен спроводен дел од дишникот во кој се сместени гласните жици.

Д

Дебело црево (colon) дел од дигестивниот систем.

Деглутација: голтање на храната.

Делација: губење на одделни делови од хромозомот, процес кој води кон генетска абнормалност.

Дендрити:куси продолжетоци кои ги собираат нервните импулси од една или повеќе соседни клетки и ги спроведуваат до телото на нервната клетка.

Деполаризација: појава при која мембраната го менува поларитетот, односно во внатрешноста станува електропозитивна, а од надвор електронегативна.

Дермис: види крзно.

Дијапедеза: способност леукоцитите активно да ги напуштаат крвните садови, кога постои инфекција или воспалителен процес во ткивата.

Дијафиза: издолжен, средишен, цвечест дел од коската, во чија внатрешност се наоѓа шуплив канал.

Дијафрагма: мазен мускул со полукружна форма кој ги одвојува градната од stomачната празнина.

Диплоид: постоење на две хромозомски гарнитурни соматските клетки.

Дистални тубули: бубрежни каналчиња најоддалечени од гломерулот, каде се одвива факултативната реасорпција на вода и натриум.

Диференцијација: процес на развојот при кој преку селективна генска експресија оплоденото јајце се развива во различни типови на клетки специјализирани по нивната композиција, структура и функција.

Дифузија: движење на материи во правец на концентрациски градиент (од повисока кон пониска концентрација).

Доминантен алел: во диплоидната клетка, алел чија што експресија ја маскира експресијата на неговиот партнер, во истиот генски локус од хомологниот хромозом.

Доминантен хомозигот: постоење на два доминантни алели за одреден генски локус.

Дупликација: дуплирање на одделни делови од хромозомот, процес кој води кон генетска абнормалност.

Е

Евапорација: оддавање на топлина од организмот по пат на испарување (невидливо потење).

Егзокрина жлезда: жлезда која ги ослободува своите продукти преку изведен канал.

Ејакулација: исфрлање на сперма.

Екскреција: отстранување на вишокот на вода или штетни материи од организмот.

Експирација: издишување.

Екстензори: Мускулите кои учествуваат во исправување на зглобот.

Екстрацелуларна течност: сите видови на течност надвор од клетките, вклучува крв, плазма и интерстицијална течност (течност која го зафаќа просторот помеѓу клетките и ткивата).

Ембрион: фаза од индивидуалниот развојот на организмот, од зигот до околу седмата недела од гестацијата, сè до јасно формирање на главните делови од телото и органите. После седмата недела тој се нарекува фетус.

Емулгација: разбивање на големите масни капки на помали кое настанува под влијание на жолниот сок.

Ендокрина жлезда: жлезда со внатрешно лачење. Жлезда која ги секретира продуктите директно во крв или ткиво (овој тип на жлезда немаат изводни канали).

Ендометриум: внатрешен ѕид на матката, кој се состои од сврзно ткиво, жлезди и крвни садови.

Ензими: вид на протеини кои ја забрзуваат (катализираат) реакцијата помеѓу одредени супстанции. Тие дејствуваат само на специфични супстрати.

Епиглотис: капаче на гркланот што го спречува влегување на храна во трахеата.

Епидермални клетки: клетки на покожицата.

Епидермис: површински слој од кожата изграден од епидермални клетки.

Епифиза: види пинеална жлезда.

Епифизи: проширени, крајни делови на долгите коски.

Еритропенија: намалување на бројот на еритроцити под долната физиолошка граница.

Еритроцитоза: зголемувањето на бројот на еритроцити над горната физиолошка граница.

Естрогена фаза: циклични промени во функцијата на женските полови органи и жлезди.

Естрогени хормони: женски полови хормони. Потребни се за формирање на јајце-клетката, подготвување на утерусот за носење на плодот (бременост).

Еуплоидија: (полиплоидија, зголемување или намалување на цели хромозомски гарнитури (геноми)).

Ж

Желудечен сок: смеса на дигестивни супстанции кои се продуцирани од желудникот. Сокот содржи HCl, вода и пепсиноген.

Животен циклус: генетски програмирана секвенца од настани при која организмите се создаваат, растат, развиваат и размножуваат.

Жолто тело: (corpus luteum) ендокрина структура која се создава од Графовиот фоликул, во втората половина од менструалниот циклус. Има улога во создавање на прогестеронот и одржување на бременоста.

Жолчка: орган од дигестивниот ситем во кој се складира жолчниот сок продуциран во црниот дроб.

З

Затворен циркулаторен систем: систем од поврзани крвни садови низ кои циркулира крвта.

Зглоб: место на поврзување на две коски.

И

Изометриска контракција: мускулна контракција која се врши во услови на мирување, при што се менува тонусот на мускулите, а должината останува непроменета.

Изотонична контракција: мускулна контракција при која се менува должината на мускулите, додека нивниот тонус останува непроменет.

Инверзии: промени во редоследот на гените кои се последица на откинување на хромозомски сегмент, негова ротација за 180° и негово повторно соединување на истото место во хромозомот.

Инспирација: вдишување, инхалација.

Инсулин: хормон кој се секретира од β -клетките на панкреасот. Ја намалува концентрацијата на глукоза во крвта.

Интернеурон: неурон во черепниот или 'рбетниот мозок кој ги интегрира (обединува) информациите кои доаѓаат од сензорните неурони и ги испраќа на други неурони.

Интерстициска течност: меѓуклеточна течност. Дел од екстрацелуларната течност која се наоѓа во просторот меѓу клетките и ткивата, останатиот дел од екстрацелуларната течност е крвната плазма.

Интерфаза: временски интервал во кој клетката расте, го зголемува бројот на органели и ја дуплира количината на DNA.

Интерферон: протеинска молекула, која се продуцира како одговор на вирусна инфекција, чија улога е да го инактивира вирусот.

Инфламација: види воспалителен процес.

Ј

Јајце клетка: зрела женска гамета.

Јајчник (ovarium): женска полова жлезда.

К

Калиум–натриумова пумпа: види Na - K пумпа.

Калцитонин: хормон кој се излучува од панкреасот и го регулира метаболизмот на калциум и фосфор.

Канцер: поим за сите видови тумори кои најчесто доведуваат до смрт, ако навреме не бидат откриени.

Канцероген: различни агенси (пр. ултравиолетова радијација) кои поттикнуваат развојот на канцер (рак).

Капилари: мали крвни садови со екстремно тенки сидови преку кои се врши дифузија на гасови и материји меѓу крвта и меѓуклеточната течност.

Карбаминохемоглобин: хемоглобин кој во својата молекула има врзано јаглерод монооксид.

Карбоксиемоглобин: хемоглобин кој во својата молекула има врзано јаглероден диоксид.

Кардиоваскуларен систем: органски систем составен од срце, крвни садови и крв.

Кариограм: Претставувањето и систематизацијата на хромозомите по големина и форма.

Кариотип: Збирот на сите хромозоми во јадрото на соматската клетка. Кај жената кариотипот се бележи со 44+X+X, додека кај мажот, 44+X+Y.

Катаболизам: метаболички процес на разградување на сложените соединенија на попусти при што се ослободува енергија.

Кератинизација: процес при кој клетките од епидермалните региони умираат и стануваат мртви кесички полни со протеин кератин.

Кифоза: зголемена кривина на 'рбетот кон назад.

Клонирана DNA: мултиплицирани, идентични копии од DNA фрагменти кои потекнуваат од родителски хромозом.

Коагулација: сложен каскаден процес на згрудчување на крвта со што се спречува крвавењето.

Коензим: непротеинско соединение во состав на сложените ензими кое заедно со протеинскиот дел го градат сложениот ензим. Како коензими може да се јават одредени витамини или минерали.

Компактно коскено ткиво: цврсто коскено ткиво со густо збиени коскени ламели (збир од коскени клетки).

Конвекција: оддавање на топлина од организмот преку струењето на воздухот

Конгенитално: вродено.

Кондукција: оддавање на топлина со директно пренесување на топлината од телото на предметите со пониска температура.

Коронарен крвоток: срцев крвоток.

Кортизол: гликокортикоид кој се излучува од кората на надбубрежната жлезда.

Коскена срцевина: материја која се наоѓа во внатрешниот коскен канал. До 25 . година од животот во неа се создаваат црвените крвни клетки, а по-касно ја губи оваа своја функција и преминува во коскен мозок.

Крвен притисок: притисок кој го врши крвта сидовите на крвните садови како резултат на контракцијата на срцето.

Крвни групи: (ABO – систем). Крвни групи детерминирани преку препознавање на одредени протеини на површината на еритроцитите, врз основа на кои хуманата популација е поделена во 4 групи: носители на A, B, AB и O крвна група.

Кребсов циклус: циклус од аеробни метаболички реакции кои доведуваат до разградување на сложените материји до вода, CO₂ и енергија во форма на ATP.

Крзно: (dermis) сврзно ткиво кое содржи колагени и еластични влакна, се наоѓа под покожницата.

Кросинг овер (Crossing over): реципрочна размена на хромозомски фрагменти, најчесто меѓу две не-сестрински хроматиди, настанува во тек на мејотичката делба.

Куперови жлезди: жлезди во состав на машкиот репродуктивен систем.

Купферови клетки: клетки од црниот дроб кои учествуваат во процес на детоксикација.

Л

Лајдигови клетки: интерстициски клетки, го претставуваат ендокриниот дел на семеникот, во нив се врши продукција на тестостерон. Сместени се меѓу семените каналчиња.

Лангерхансови островца: група на клетки во панкреасот од каде се лачат хормони што го регулираат нивото на глукозата во крвта.

Леукоцити: бели крвни клетки кои имаат одбранбена улога во организмот.

Лигамент: силни врвки од густо влакнесто сврзно ткиво, што се протегаат од една до друга коска.

Лимбичен систем: дел од мозокот кој заедно со мозочната кора ја дефинираат емоционалната состојба на организмот.

Лимфа: безбојна течност која се состои од лимфоцити (леукоцити) и лимфна плазма. Настанува од крвната плазма и клеточната течност.

Лимфен систем: систем од лимфоидни органи, лимфни садови и лимфа кој го враќа вишокот од ткивна течност во циркулацијата.

Лимфобласти: недиференцирани лимфоцити.

Лимфоидни органи: слезина, крајници, лимфни нодии и лимфно ткиво во тенкото и слепото црево.

Лимфоцити: еден вид на бели крвни клетки кои имаат одбранбена улога.

Липосолубилни: материји растворливи во масти.

Лордоза: зголемена кривина на 'рбетот кон напред.

М

Макрофаги: крупни фагоцитни клетки, кои потекнуваат од моноцитите и имаат улога во фагоцитоза на микроорганизми и мртви клетки.

Мал мозок: (cerebellum) еден од черепните мозоци.

Малпигиево (Malpighi-ево) телце: или бубрежно телце, изграден е од Бовманова капсула и гломерул (сплет од крвни капилари).

Мастикација: џвакање на храната.

Матка: (uterus), шуплив орган каде се вгнездува оплодената јајце клетка (т.е. ембрионот) и се развива за време на бременоста.

Меѓумозок: (diencephalon) еден од черепните мозоци.

Мезентериум: тенка мембрана која ги поврзува на органите од гастроинтестиналниот тракт за сидот на стомачната празнина.

Мејоза: е делба на јадро од диплоидни клетки при која се создаваат хаплоидни гамети (јајце клетки и сперматозоиди) и преку рекомбинација се формира нова комбинација на наследен материјал.

Меланин: пигмент кој се продуцира во епифизата и ја даваат бојата на кожата.

Мембрански потенцијал: наелектризираност на клеточната мембрана во услови на мирување (од надвор електропозитивна, а од внатре е електронегативна)

Менопауза: крај на женскиот репродуктивен период.

Менструален циклус: циклично создавање на ооцити и подготвување на матката за прифаќање на оплодената јајце-клетка.

Менструација: перидично истенчување (лупење) на сидот на матката кое е пропратено со крвавење.

Метаболизам: серија на биохемиски процеси во кои енергијата од храната се трансформира во организмот и се искористува за одржување и одвивање на сите животни функции.

Механорецептори: сензорни клетки кои детектираат механичка енергија поврзана со промена на притисокот, положба или забрзување.

Микција: празнење на мочен меур.

Минутен волумен на срцето: количество крв што ќе го испумпа срцето за време од една минута.

Миологија: научна дисциплина која ги проучува мускулите.

Миозин: вид на контрактилен протеин, учествува во контракцијата на мускулите. Во склоп на мускулната клетка има изглед на подебели филаменти

Миофибрили: тенки влакненца (околу 1 μ m), сместени во саркоплазмата кои се одговорни за контракцијата на мускулното влакно. Тие содржат два типа контрактилни протеини, актин (потенки) и миозин (подебели) филаменти.

Молекула: единица изградена од два или повеќе атоми од исти или различни елементи.

Мотонеурон: нервна клетка која пренесува информации од мозокот до некој ефектор.

Мултипли алели: гени кои можат да мутираат на повеќе начини и со тоа се изразуваат преку повеќе фенотипови.

Мутаген: различни видови на агенси (вируси или ултравиолетова радијација) кои на различен начин ја модифицираат структурата на DNA.

Мутација: наследна промена во структурата на генетичкиот материјал (не е последица на процесите на рекомбинација и сегрегација од мејозата).

Н

Наковална: (incus) едно од слушните ковчиња од средното уво.

Натриум-калиумова пумпа: транспортирање на Na кон надворешноста на клетката и K кон внатреш-

носта на клетката, со помош на енергија од ATP и протеински носач.

Невро-ендокрин контролен центар: делови од хипоталамусот и хипофизата кои учествуваат во хормоналната контрола. Одредени хормони продуцирани во хипоталамусот се складираат и се секретираат од неурохипофизата. Други (releasing хормони) дејствуваат директно на аденохипофизата, поттикнувајќи ја секрецијата на голем број аденохипофизни хормони, кои понатаму делуваат на ендокрините жлезди.

Неврон: нервна клетка, се состои од тело, кратки и долги продолжетоци.

Невротрансмитери: хемиски материи кои овозможуваат пренесување на нервни импулси на ниво на синапсата.

Неврохипофиза: заден резен од хипофизата од која се лачи вазопресин и окситоцин.

Невроцит: тело на нервната клетка.

Негативен јон: атом кој содржи еден или повеќе електрони.

Негативна повратна врска (негативен feedback механизам): контролен механизам меѓу две зависни величини од кои едната ја инхибира другата.

Нерв: збир од сензорни или моторни аксони поврзани со сврзно ткиво.

Нервна клетка: види неврон.

Нервно влакно: види аксон.

Нефрон: основна структурна и функционална единица на бубрезите, изграден е од Малпигиево (бубрежно) телце и извиено каналче.

Нитроглицерин: медикамент кој врши проширување (вазодилатација) на крвните садови, се дава под јазик и брзо се ресорбира.

Нуклеински киселини: долги едно или двоверижни полинуклеотидни молекули (RNA и DNA).

О

Овариум: види јајчник.

Овулација: ослободување на секундарниот ооцит (незрела јајце клетка).

Окосување: процес на формирање на коската од 'рскавица.

Оксихемоглобин: хемоглобин кој во својата молекула има врзано кислород.

Оогенеза: процес на формирање на зрела женска хаплоидна јајце-клетка, гамета од герминативниот епител.

Орган: структура со дефинирана форма, функција и положба во органскиот систем. Изграден е од повеќе ткива, од кои едното е главно во извршување на функцијата, а другите се помошни.

Органски компоненти: компоненти базирани на јаглородни молекули.

Органски систем: два или повеќе органи кои сочинуваат анатомска и функционална целина.

Осеин: белковина која ја дава еластичноста на коските.

Ослободувачки хормони (releasing hormones): сигнални молекули по потекло од хипоталамусот кои делуваат врз функција на аденохипофизата.

Осмоза: преминување на материи преку порозна мембрана во правец на концентрациски градиент (од повисока кон пониска концентрација).

Основна (меѓуклеточна) материја на коските: се состои од соли на Ca и P, белковина осеин и вода.

Остеологија: научна дисциплина која ја проучува структурата, природата и развојот на коските.

Остеопороза: болест на коските што настанува поради намалено вградување на калциум во коските. Се јавува за време на климактериумот и во староста.

Остеоцит: специјализирана клетка формирана од сврзно ткиво. Таа се наоѓа во коскениот матрикс.

П

Панкреас: жлезда со двојно лачење која секретира ензими и бикарбонати во тенкото црево и одредени хормони (инсулин и глукагон).

Парасимпатичен нервен систем: дел од вегетативниот нервен систем.

Паратироидни жлезди: жлезди сместени на задниот дел од тироидната жлезда, секретираат паратхормон кој врши реасорпција на калциум.

Паратхормон: хормон кој се излучува од паратироидните жлезди и предизвикува зголемување на концентрацијата на калциум во крвта и намалување на концентрацијата на фосфор.

Пепсин: желудочен ензим кој ја започнува разградбата на сложените протеини во желудникот во услови на кисела средина.

Перикард (perikardium): околу срцева обвивка.

Периостеум: види покосница.

Перисталтика: движење на цревата.

Перитонеум: тенка мембрана со која се обвиткани органите од гастроинтестиналниот тракт.

Периферен нервен систем: изграден од черепно-мозочни и 'рбетно-мозочни нерви и ганглии.

Перспирација: потење.

Пинеална жлезда: епифиза, фотосензитивна ендокрина жлезда која го продуцира хормонот мелатонин.

Плазма: течен дел од крвта, содржи вода, протеини, растворени гасови, минерални соли и др.

Плазмид: мал, кружен молекул од DNA кој носи неколку гени и се реплицира независно од бактерискиот хромозом.

Пластичната улога: улога во изградбата на клетките во процесот на растење и обновување на ткивата.

Плевра: двојна мембрана со која се обвиткани белодробните крила.

Позитивен јон: атом кој изгубил еден или повеќе електрони.

Позитивна повратна врска (позитивен feedback механизам): хомеостатски механизам при кој серија од реакции доведуваат до интензивирање на почетниот стимул.

Покожица (epidermis): слој од кожата кој се наоѓа над дермисот, изграден од повеќеслоен епител.

Покосница (periosteum): мембрана од сврзно ткиво која ја обвиткува коската. Има способност да формира ново коскено ткиво.

Полови хромозоми: со својата структура и функција го определуваат полот на организмите.

Празна вена (vena cava): најголем венски крвен сад (горна и долна празна вена).

Провитамин: биолошки неактивна форма на одреден витамин која преминува во активна форма под влијание на одредени стимулатори.

Прогестерон: хормон кој се лачи од жолтото тело и ја подготвува матката за вгнездување на јајце клетката.

Продолжен мозок (medulla oblongata): еден од черепните мозоци.

Протромбин: крвен протеин, еден од факторите на коагулација на крвта.

Профаза: почетна фаза од кариогенезата (мејоза или митоза).

Птијалин: ензим кој се секретира во усната празнина и учествува почетно разградување на јаглехидратите.

pH: вкупен број на водородни јони присутни во литар течност.

Р

Радијација: оддавање на топлина преку зрачење на топлотни инфрацрвени зраци од организмот кон средината со пониска температура од телото.

Ранвиерови стеснувања: места на нервното влакно каде отсуствува Шванова обвивка.

Рахитис: метаболно нарушување од недостаток на витаминот D, во период на растење и развојот. Коските ја губат нивната цврстина и лесно се свиткуваат (најчесто тоа се коските на нозете).

'Рбетен мозок: (medulla spinalis) сместен во 'рбетен канал и дел од CNS.

Реасорпција: процес при кој водата и некои растворливи материи по пат на дифузија или активен транспорт повторно се враќаат од нефронот во крвта.

Репликација: процес при кој DNA се удвојува во период на интерфаза.

Респирација: дишење.

Рестриktivна ендонуклеаза: ензим кој врши раскинување на ланецот на DNA на одредени сегменти.

Рецептор: клетки чувствителни на одредени надворешни или внатрешни стимули.

Рецесивен алел: алел чија експресија целосно е маскирана од доминантниот алел што се среќава кај хетерозиготите.

Рецесивен хомозигот: постоење на два рецесивни алели за одреден генски локус.

Рефлекс: несвесна реакција на ефекторот при дразнење на рецепторот.

Рефлексен лак: нервен пат по кој се движи нервниот импулс од рецепторот до ефекторот. Тој претставува најпримитивен начин на реакција на организмот, во кој отсуствува свеста.

Рефрактерен период на срцето: период кога низ срцето минува нервниот импулс поради што срцето е ненадражливо.

Родопсин: фотосензибилен пигмент во мрежицата на окото кое овозможува примање на светлосната енергија.

С

Сарколема: тенка мембрана која го обвиткува мускулното влакно.

Саркомера: основна единица на контракција во скелетните мускули, која се состои од повторувачки единици на актин и миозин.

Саркоплазма: дел од цитоплазмата на мускулните клетки која е богато снабден со хранливи материји, електролити (Ca и Mg), ATP и креатин фосфат, како енергетски извори.

Сврзана група гени: сите гени лоцирани во хомологниот пар на хромозоми.

Сексуална репродукција: продукција на потомство преку спојување на гамети од два родители (формирање на гамети и оплодување).

Сензорен неурон: нервна клетка која реагира како сензорен рецептор, која детектира специфични стимули и ги испраќа до мозокот или 'рбетниот мозок.

Серум: бистра жолтеникава течност која се добива со дефибринизација на крвната плазма.

Сива маса: мозочна маса која се наоѓа во невроцитите и дендритите.

Симпатичен нервен систем: дел од вегетативниот нервен систем.

Синапса: физиолошка врска што се воспоставува меѓу две поларизирани мембрани на нервите на периферијата со централниот нервен систем, како и поврзувањето меѓу неговите одделни делови.

Синдром: наследна болест.

Синергизам: вршење на истонасочни дејства.

Синовијална врска: слободно подвижен регион на контакт меѓу коските, при што флексибилната капсула ги држи коските една до друга.

Синовијална течност: течна материја која е сместена во внатрешноста на зглобовите.

Синцијум: маса од цитоплазма која содржи повеќе јадра кои не се одделени со клеточна мембрана.

Сколиоза: странично искривување на 'рбетот во фронтална рамнина.

Скорбут: заболување кое се јавува како резултат на недостаток на витамин C во организмот.

Слушен полжав: (cochlea) дел изграден од коскен и кожен лавиринт сместен во внатрешно уво.

Солубилни: растворливи.

Соматотропин (STH): хормон на раст.

Соматска клетка: секоја диплоидна клетка од организмот.

Соматски нервен систем: сите нерви кои поаѓаат од централниот нервен систем и одат до скелетните мускули.

Сперматид: хаплоидна клетка која се формира од сперматогониите после првата и втората мејотичка делба.

Сперматогенеза: создавање на зрел сперматозоид од герминативна клетка.

Сперматозоид: зрела машка гамета.

Спинални нерви: нерви кои излегуваат од 'рбетниот мозок, ги има 31 пар.

Среден мозок: (mesencephalon) еден од черепните мозоци.

Српеста анемија: генетска мутација која се карактеризира со дефектен хемоглобин со српеста форма, познат како српест хемоглобин-S. Има намален афинитет за врзување кислород.

Стимул: специфична форма на енергија (светлина, топлина, механички притисок) која телото ја детектира преку рецептори.

Сунѓересто коскено ткиво: растресито коскено ткиво, каде ламелите (изградени се од коскени клетки) не се густо збиени и му даваат растресит изглед.

Супстрат: молекула или молекули на кои дејствуваат ензимите.

Сфинктер: прстенест мускул кој служи како премин помеѓу региони со цевчеста форма.

T

Телесен - голем крвоток: патот на движење на оксидираната крв од левата комора до десната предкомора.

Телофаза: последна фаза од мејотичка и митотичка делба.

Терморептор: рецептор кој реагира на промена на температурата.

Тестостерон: види андрогени.

Тетанус: сложени и последователни мускулни контракции како резултат на зачестени нервни стимулации, при што мускулот долго време останува згрчен.

Тетива: силни врски од густо влакнесто сврзно ткиво кои ги поврзуваат коските со мускулите.

Ткиво: група клетки кои имаат исто потекло и структура, специјализирани за извршување на иста функција.

Торакс: градна празнина.

Транслокации: размена на делови меѓу два хромозоми.

Трансмитерска супстанција: сигнална молекула која се секретира од неуроните, дејствува на одредена клетка а потоа брзо се разградува или рециклира.

Трансплантација: пресадување на ткиво или орган од едно на друго место во еден организам или од еден на друг организам.

Трансфузија: внесување на крв во циркулација од друга индивидуа.

Трисомија: присуство на три хромозоми од еден тип во една иста клетка.

У

Ударен волумен на срцето: означува количеството крв што при една систола се пумпа од срцето и изнесува 70 ml.

Узенија: (stapes) едно од слушните ковчиња од средното уво.

Уреа: краен метаболички продукт на протеинскиот метаболизам (детоксицирана форма на амонијак).

Урина: течност која се екскретира од бубрезите преку која се елиминира токсичниот амонијак во форма на уреа.

Урогенитален систем: екскреторно-полов систем.

Урска киселина: еден од крајните продукти на метаболизмот на протеините и нуклеинските киселини.

Утерус: види матка.

Ф

Фагоцитоза: внесување на цврсти материји во внатрешноста на клетката каде тие најчесто се разградуваат под дејство на одредени ензими.

Фасција: сврзна обвивка која соединува повеќе мускулни снопови со што се формира мускулот.

Фенотип: видливи или на различни начини мерливи физички и биохемиски особини кои резултираат од интеракцијата на генотипот и околината.

Фетус: ембрион после седмата недела од развитокот (бременост), кога стануваат видливи различните делови од телото,

Фецес: заедничко име за несварените состојки на храната, секретите и цревните микроорганизми во дебелото црево.

Филтрација: процес при кој крвниот притисок ја истиснува водата и некои растворени материи надвор од капиларите на гломерулот при формирање на урината.

Флексори: мускулите кои овозможуваат свиткување на зглобот.

Фоликул: примарен ооцит заедно со околниот слој на клетки.

Фонорецептор: сензитивна клетка која ги прима звучните дразби.

Фоторецептор: сензитивна клетка која реагира на промена на интензитет на светлина.

Х

Хаверсов (Havers-ов) канал: тесен канал во коските во кој се наѓаат крвни, лимфни садови и нервни влакна.

Хематокрит: процентуалниот однос на крвните клетки со крвната плазма.

Хемоглобин: протеин во состав на еритроцитите кој содржи железо, ја дава црвената боја на крвта и има улога во транспортот на O_2 и CO_2 .

Хемопоеза: процес на создавање или формирање на крвни клетки.

Хеморецептор: рецептор кој реагира на промена на одредени хемиски состојки.

Хемостаза: спречување на крвавењето.

Хемофилија: наследната неспособност за коагулација на крвта.

Хенлеова петелка: стеснет дел од бубрежното каналче кое учествува во реасорпцијата на вода и минерали.

Хепарин: антикоагуланс кој ја спречува коагулацијата на крвта во крвните садови.

Хепатитис: жолтица, воспаление на црниот дроб, може да е предизвикано од лекови, алкохол или инфекција.

Хепатоцит: клетка од црниот дроб.

Хидролиза: хемиска реакција во која учествува молекул на вода.

Хидросолубилни: материи растворливи во вода.

Хијазми: места на спојување на несетринските хроматиди во процесот на кросинговер, во тек на мејотичката делба.

Хипертоничен: раствор или средина со висока концентрација на растворени материи.

Хиповитаминоза: недостаток (намалена количина) на витамини.

Хипоталамус: дел од среден мозок кој има улога во неуро-ендокрината контрола на висцералните активности.

Хипотоничен: раствор или средина со ниска концентрација на растворени материи

Хоани: парни отвори на голтникот кои остваруваат комуникација со носната празнина.

Холестерол: сложена масна материја која има улога на важна структурна компонента на цитомембраните во животинските клетки и богат резервоар на енергија.

Хомеостаза: одржување на рамнотежа во внатрешната средина на организмот или на дел од организмот

Хомеотермен организам: организми кои имаат постојана телесна температура (цицачи и птици).

Хомологни хромозоми: парови хромозоми кои се меѓусебно морфолошки слични и потекнуваат од различни родители.

Хормони: продукти на ендокрините жлезди кои преку крвта се пренесуваат до сите (целни-таргет) клетки или органи. Тие се информации или хемиски пораки со специфични регулаторни ефекти.

Хранопровод: (oesophagus) дел од дигестивниот систем кој ја поврзува усната празнина и желудникот.

Хромозомски мутации: промени во бројот или структурата на хромозомите.

Хуморален имунитет: отпорност кон инфекции со присуство на антитела во крвта.

Ц

Централен нервен систем: (CNS) се состои черепен и 'рбетен мозок.

Цикличен АМР: (сAMP) „втор гласник“. Служи како посредник во пренесување и засилување на хормонските сигнали.

Цироза: хронично заболување на црниот дроб, во кое активните црнодробни клетки се оштетуваат, ја губат својата функција и се трансформираат во сврзно ткиво. Најчесто се јавува како резултат на долготрајно и обемно консумирање алкохол.

Цитокинеза: делба на цитоплазмата на клетката.

Црвена коскен срцевина: во многу коски, супстанција во сунѓерестото ткиво во кое се создаваат крвните клетки.

Црнодробна портна вена: (v. portae) ја собира крвта од внатрешните органи и се влева во црниот дроб.

Ч

Чеканче: (maleus) едно од слушните ковчиња од средното уво.

Черепен мозок: (cerebrum) дел од CNS кој ги опфаќа сите черепни мозоци.

Ш

Шванова обвивка: обвивка на аксонот изградена од клетки.

Шев: цврсти и неподвижни врски меѓу две коски (пр. череп).

Индекс

- А**
Абортус 210
Автозомни хромозоми 220
Автозомно наследување 228, 229
Аглутинација 78
Агранулоцити 72
Адамово јаболко 126
Аденохипофиза 176, 177
Адисонова болест 185
Адреналин 117, 183, 184
Адренални жлезди 182
Адренкортикотропниот хормон (АСТН) 176, 178
Акромегалија 179
Аксони (нервни влакна) 143,156
Актин 26
Акциски потенцијал 144
Алвеоли 124, 126, 127
Алдостерон 183
Алели 223, 224
Аменореа 201
Амонијак 101
Анаболизам 43
Анален отвор 57
Анализатор 146
Анафаза 207, 208
Андрогени хормони 196, 203
Анемија 74
Анеуплоидија 225
Анорексија 41
Антагонисти 26
Антигени 73, 78, 80, 223, 224
Антидиуретичен хормон (ADH) 109, 179, 180, 186
Антитела 73, 78, 80, 223, 224
Аорта 82, 86, 89, 92 - 94
Апендикс 57
Апендицитис 61
Артерии 82, 83, 88, 89, 91 - 93
Артериосклероза 84
Артериски пулс 94
Атеросклероза 84
Аферентни нервни патишта 153, 154
Ацинус 59
- Б**
Базедова болест 182
Барово тело 221, 222
Бели дробови 101, 126, 127
Белодробен-мал крвоток 84, 91
Белодробна артерија 133
Белодробна вентилација 127
Белодробна фреквенција 127
Белодробни волумени 128
Бивалент 205
Бовманова капсула 103, 105
Болус 50, 51
Брадикардија 91
Бронхии 124
Бронхиоли 124
Бронхитис 135
Бубрежна капсула 103
Бубрежна кора 103
Бубрежна срцевина 104
Бубрежна филтрација 107
Бубрежна чашка 104, 106
Бубрежни пирамиди 104
Бубрежно легенче 104, 106
Бубрези 101, 103, 188
Букални жлезди 50
Булимија 41
- В**
Вазопресин 109, 179, 180, 186
Вакцини 82
Вегетативен нервен систем 141, 142, 168
Вегетативен парасимпатички дел 141, 142,170
Вегетативен симпатички дел 141, 142,168, 169, 170
Вени 83, 85, 86, 91, 93, 94
Витален белодробен капацитет 128
Витамини 40 - 42, 44, 58
Влакна 113
Водена хоместаза 109
Вомитус, 64
Вонклеточна (екстрацелуларна) течност 10
- Г**
Гаметогенеза 195, 203
Гастритис 61
Генетски инженеринг 231
Генотип 223
Генски мутации 226, 228
Главени (мозочни) нерви 152
Гласни жици 126
Гликоген 44
Гликокортикоиди 183
Глисти 61
Гломерул 104, 105
Гломеруларна филтрација 107
Глукагон 185
Глукозурија 110
Голем мозок 158, 159
Голтник 51, 124, 126
Гонадотропни хормони 177, 197, 202
Гонореа 213
Градна жлезда (тимус) 72, 187
Градна празнина 9, 126, 127
Гранулоцити 72
Графов фоликул 199, 200
Грклан 124, 126
Гушавост 182
- Д**
Далтонизам 227, 230
Даунов синдром 228
Дванаесетпалечно црево 55
Двеглав мускул 25
Дебело црево 48, 58
Деглутација 50
Дендрити 143,156
Детска глиста - трихина 61, 63
Диареа 62
Дигестивен систем 37
Дигестивен тракт 47
Дизентерија 62
Дијабет 186
Дијапедезата 72
Дијастола 87, 89
Дијастолен притисок 93
Дијафиза 14
Дијафрагма 127, 133
Диоптер 151
Дисменореа 201
Дистално бубрежно каналче 106
Дифузија на гасови 130
Дишење 124
Дишник 124
Дишни патишта 124
Долги коски 15, 16
Доминатни особини 219
- Е**
Евапорација 118
Евстахиеви туби 149
ЕКГ - електрокардиограм 91
Екскрети 101
Екскреторен систем 101
Екскреција 106, 107
Експирација, издишување 127
Екстензори 26
Екстрацелуларна течност 10
Емулгирање 55

Ендокрина регулација 89
Ендокрин систем 140, 175
Ендокрини жлезди 177, 190, 191
Ендометриум 200
Ензими 44, 45, 55
Епиглотис 52, 126
Епилепсија 171
Епифиза (пинеална жлезда) 177, 187
Епифизи 14
Еритропенија 72
Еритроцити 71, 223
Еритроцитоза 72
Естрогени хормони 201
Еуплоидија 225
Еутермија 115
Ефектори 141, 143, 145, 146, 162, 166
Еферентни нервни патишта 153, 155, 162

Ж

Желудник 48, 53, 58
Желудочна липаза 54
Желудочен сок 53, 54
Женски репродуктивен систем 193
Животен циклус 193
Жлезди на кожата 112, 113
Жолтица 62
Жолто тело 199, 200
Жолчен сок 56
Жолчно кесе 55

З

Заби 49
Зглобна капсула 17
Зглобна површина 17
Зглобна празнина 17
Зеница 149 - 151

И

Изометриска контракција 29
Изотонична контракција 28
Имунитет 76, 77, 79 - 81
Инспирација, вдишување 127
Инстинкт 162
Инсулин 185
Интерневрони 142, 143, 146
Интерстициска течност 10
Интерфаза 203, 206
Интерферон 76, 77
Интрацелуларна течност 10
Инфертилитет 197

Ј

Јаглехидрати 38
Јазик 48
Јајчници 194, 197, 198, 201
Јонска хомеостаза 110

К

Калцитонин (тиреокалцитонин) 180, 181, 187
Карбоанхидраза 132
Карбоксиемоглобин 72
Карбохемоглобин 71
Кардиоваскуларен систем 70
Кариограм 221
Кариотип 220
Карличен појас 16, 19
Карлична празнина 9
Катаболизам 43
Катехоламини 119, 183, 184
Кифоза 32
Клеточни органели, 8
Климактериум 201, 210
Клинефелтеров синдром 227
Клонирање 231, 222, 223
Кнаус - Огинов метод 210
Коагулација 75
Коагулум (тромб) 76
Кожа 101, 111, 114
Кожни жлезди 112, 113
Кожни рецептори 113, 114
Колон 57
Комори (срцеви) 85, 86, 88, 89,
Компактно коскено ткиво 13
Конвекција 118
Кондукција 118
Контрактилини протеини 26
Контракција 24
Кора на надбубрежна жлезда 182, 186
Коронарен крвоток 92
Кортиев орган 148
Кортизол 183
Коскени клетки 13
Коскено ткиво 13
Коски 13
Коски на глава 16, 18
Коски на горни и долни екстремитети 16, 19
Коски на граден кош 16, 19
Коски на рабетен столб 17, 19
Крв 70, 71, 75, 83,
Крвен притисок 95
Крвен серум 74
Крвна плазма 10, 70
Крвни групи 223
Крвни капилари 83, 91, 93, 94
Крвни садови 82
Крвоносен систем 70
Кретенизам 182
Крзно 112
Крипторхизам 197
Кросинг овер 204, 205

Куси коски 15, 16
Куси мускули 25
Кучешка тенија 63
Кушингов синдром 185

Л

Лаб-фермент 54
Лајдгови клетки 196
Лангерхансови островца 59, 185
Леукемија 74
Леукопенија 73
Леукоцити 71 - 73
Леукоцитоза 73
Лизозим 51
Лимбички систем 158
Лимфа 70
Лимфна плазма 70
Лимфен систем 70
Лимфни јазли 72
Лимфоидни органи 70
Лимфоцити 70, 72
Локомоторен систем 12
Лордоза 32
Лутеинизирачки хормон (LH) 178, 197, 202
Лутеинска фаза 198, 199

М

Мазно мускулно ткиво 23, 167
Мал мозок 157, 159
Малпигиеви телца 103, 105
Маскулинизација 184
Масти 38, 44, 56
Мастикација 50
Матка 198
Машки репродуктивен систем 193
Меѓумозок 157, 159
Мејоза 193, 203 - 206
Меланин 112
Меланин стимулирачкиот хормон (MSH) 178
Мембрански потенцијал 144
Менингитис 171
Менструација 201
Менструален (месечен циклус) 198
Метаболизам 43
Метафаза 207
Механорецептори 106, 147
Мешовити нерви 154
Миелин 143
Микседем 182
Микција 106
Минералокортикоиди 183
Минутен волумен на срце 87
Миозин 26
Миологија 22

Миофибрили 23
Митоза 203
Мозочни обвивки 156
Моноцити 72
Мочен канал 103
Мочен меур 103, 106
Мочоводи 103
Мост на Вароли 133, 159
Моторни неврони 142, 143, 153, 155, 162
Мрежница 149
Мултипли алели 223
Мускулен систем 12
Мутации 225
Муцин 50, 51, 53

Н

Надбубрежни жлезди 182
Напречно-пругасто мускулно ткиво 23, 167
Нерв 153
Нервен систем 140
Нервен стимул 140
Нервен центар 156, 158
Нервна клетка (неурон) 142, 143, 156
Нервна регулација 89, 119
Невротрансмитери 143, 164
Неврохипофиза 176, 179
Нервно-хуморална регулација 175
Негативна повратна врска 10
Неподвижни зглобови 17
Нефрон 104
Ноздри 125
Нокти 113
Норадреналин 183, 184
Нос 124
Носна празнина 124, 125
Нуклеински киселини 56
Нумерички мутации 225

О

Овулација 198
Окситоцин 179
Оксихемоглобин 71, 131
Оогенеза 198, 203, 209
Оогонија 209
Ооцит 198, 203
Оптички апарат 149
Осеин 14
Осификација 32
Ослободувачки хормони 176 - 178
Основна (меѓуклеточна) материја 14
Остеологија 12
Остеопороза 32
Остеоцит 13

П

Панкреас 48, 55, 59, 185, 186
Паратхормон (PTH) 187
Паратиroidни жлезди 187
Пателарен рефлекс 160, 161
Пепсин 53
Пепсиноген 53
Периферен нервен систем 141
Пинеална жлезда (епифиза) 177, 187
Плазмиди 232
Плацента 188
Плевра 126
Плоснати коски 15, 16
Плочки мускули 25
Плунка 50
Плункови жлезди 48 - 51
Подвижни зглобови 17
Позитивна повратна врска 10, 75
Покожица 112
Покосница 15
Полидактилија 227, 231
Полицитемија 74
Полови жлезди 193
Полови заболувања 212
Полови карактеристики 195
Полови клетки 193
Полови хормони 183
Полови хромозоми 220
Полоцит 209
Полуподвижни зглобови 17
Пот, потење 114, 119
Право црево 57
Праг на дразба 147
Празно црево 55
Предкомори (атриум) 85, 86, 88, 89, 91, 92
Предкоморно-коморен јазел 96
Предменструален синдром 201
Прогестерон 199
Продолжен мозок 133, 157, 159
Проксимално бубрежно каналче 106
Пролактин (PRL) 178
Пролиферативна фаза 200
Протеини 38, 56, 74
Протеинурија 110
Протромбин 74, 75
Профаза 206, 207
Профибрин 74, 75
Птијалин 50
Пулс 95
Пуркиниевни нишки 86

Р

Радијација 118
Рахитис 31
'Рбетен мозок 142, 156, 157, 159

'Рбетни (спинални) нерви 152
Реакција антиген-антитело 78
Регенеративна фаза 201
Регулаторен систем 140
Релаксација 24
Ренин 111
Репродуктивен систем 193
Репродуктивни жлезди 195
Ресорпција 58
Респираторен систем 124
Рестрикциска ендонуклеаза 232
Рефлексен лак 161
Рефлекс 160, 161, 163, 164
Рефрактен период 87
Рецептори 141, 143, 145, 161
Рецесивни особини 219
'Рскавично ткиво 12
Рожница 149, 150
Родница
Родопсин 150
Родословно стебло 226
Rh-систем 224, 225

С

Садовница 149
Сарколема 23
Саркомер 27
Саркоплазма 23
Секрециона фаза 201
Секундарни полови карактеристики 195
Семени каналчиња 196
Семеници 194, 196
Сензитивни неврони 142, 153, 154
Серотонин 73
Сестринска хроматида 204
Сетило за вид 149
Сетило за слух 148
Сида 213
Синапса 143, 162, 164, 165
Синергисти 26
Синусен јазол 86
Систола 87
Систолен притисок 93
Сифилис 212
Скелет на глава 18, 19
Скелетен систем 12
Скитник 52
Сколиоза 32
Слепо црево 57
Соматотропен хормон (STH) 176, 177, 186
Соматски нервен систем 142, 152
Сперматиди 208
Сперматогенеза 196, 208
Сперматогонија 208

Сперматозоид 196, 208
Среден мозок 157, 159
Српеста анемија 229
Срце 84, 188
Срцев инфаркт 87
Срцев мускул 24, 167
Срцева пауза 87, 89
Срцева револуција (циклус) 87
Срцева фреквенција 89, 91
Стомачна празнина 9
Стрес 184
Структурни мутации 226
Сунѓерестото (спонгиозно) коскено ткиво 13
Сфинктери 23, 106

Т

Т и В - лимфоцити 72, 79
Тарнерови синдром 227
Тахикардија 91
Телесен - голем крвоток 84
Телесна празнина 9
Телофаза 207, 208
Тении 61, 63
Тенко црево 48, 55, 58, 188
Термогенеза (хемиска терморегулација) 116, 117
Термолиза (физичка терморегулација) 116, 117
Терморегулација 60, 114, 115, 181
Терморептори 147
Тестостерон 196, 189
Тетанус 27
Тетиви 24
Тимус (градна жлезда) 72, 187
Тироидна жлезда 180, 186
Тироксин 117, 119, 180, 181
Тиростимулирачкиот хормон (TSH) 176, 181
Тиротропин 177
Трансплантација 80
Трансфузија 224
Триглави мускули 25
Тријодтиронин 180
Трихомонијаза 213

Тромбокиназа 73
Тромбопластин 73
Тромбоцити 71, 73, 75
Туберкулоза 136
Тубуларна реапсорпција 107
Тубуларна секреција 107, 108

У

Ударен волумен на срцето 88
Уреа 101, 109
Урина 106 - 108
Усна празнина 48, 58
Усукано црево 55

Ф

Фагоцитоза 72, 76 - 78
Фактори на коагулација 75
Фенотип 223
Фетус 233, 234
Фибриноген 74
Фимоза 197
Физичка терморегулација 116, 117
Флексори 26
Фоликуларна фаза 198 - 200
Фоликуло-стимулирачки хормон (FSH) 178, 197, 202
Фонорецептори 147, 148
Фоторецептори 141, 147, 149, 150

Х

Хаверсов канал 13, 14,
Хем 71
Хематокрит 70
Хемиска терморегулација 116, 117
Хемоглобин 131, 133
Хемопоеза 14
Хеморецептори 125, 147
Хемостаза 73
Хемотаксија 72
Хемофилија 76, 227, 230
Хенлеово стеснување 105, 106
Хепарин 76
Хепатоцити 61
Химус 55

Хипергонадизам 195
Хипертензија 95
Хипертермија 115, 117
Хипогонадизам 195
Хиподермис 112
Хипоксијата 72
Хипоталамус 176, 202
Хипотензија 95
Хипотермија 115, 117
Хипофиза 176, 177, 186, 202
Хисов сноп 86, 87
Хоани 21
Хомеотермија 115
Хомеостаза 10
Хомологни хромозоми 205
Хормони 175, 176
Хранопровод 48, 52, 126
Хромозоми 205, 220, 221, 229
Хромозомски аберации 226
Хумана генетика 219

Ц

Целни клетки или ткива 175, 176, 189, 190
Центар за терморегулација 119
Централен нервен систем 141, 142, 146
Цереброспинален 141
Цревни ресички 55
Црвена коскена срцевина 14
Црн дроб 60, 61, 62
Црнодробна портна вена 61

Ч

Черепен мозок 156, 157
Четириглави мускули 25

Џ

Џиновски раст 179
Џуџест раст 179

Ш

Шванова обвивка 143
Шекери 56



ИЗДАВАЧКИ ЦЕНТАР ТРИ

ул. Орце Николов 93/1, Скопје, РС Македонија

тел./факс +389 2 3245 622

e-mail: tri@kniga.com.mk

www.kniga.com.mk

Директор	Бојан Саздов
Технички уредник	Славко Јовановски
Лектура	Здравко Ќорвезироски
Продажба	Милан Јовановски
Печат	Стеда графика ул. Тодор Чангов 1/16ц, Скопје
Тираж	500 примероци
Објавено	Скопје, 2020

CIP - Каталогизација во публикација
Национална и универзитетска библиотека
„Св. Климент Охридски“, Скопје

57(075.3)

ДИНЕВСКА-Ќовкаровска, Сузана

Биологија : за III година / Сузана Диневска-
Ќовкаровска, Софија Ачкоска. - [2. изд.]. - Скопје : Три,
2020. - 250 стр. : илустр. ; 25 см

ISBN 978-608-230-714-5

1. Ачкоска, Софија [автор]

COBISS.MK-ID 51700741

Сите права ги задржува издавачот. Ниту еден дел од ова издание не смее да биде препечатуван, копиран или објавуван во која било форма или на кој било начин во електронските или печатените медиуми, без писмена согласност од издавачот.